

# EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN LAS ZONAS DEL VALLE DE ABURRÁ

CONTRATO 471 DE 2010

## PROYECTO RED DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL VALLE DE ABURRÁ



**Informe Final  
Diciembre de 2010**

**Equipo de Trabajo**

**Carmen Elena Zapata Sánchez, Msc., Directora**

**Carlos Mario Sepúlveda López, Profesional 2**

**Juan Camilo Jaramillo Londoño, Profesional Técnico 2**

**Tulio Andrés Pabón, Profesional Técnico 2**

**Asesorías Integrales con Calidad S.A.S (Diana Milena Suárez López, Profesional Universitario) Sistema de Calidad**

**José David Hurtado Sánchez, Estudiante en Práctica**

**Carolina Arroyave Montoya, Auxiliar Administrativa**

**Interventoría**

**Ingeniera Gloria Estella Ramírez Casas**

**ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN**

**Facultad de Minas**

	X	Y
1 ME01	Medellín Universidad de Antioquia	-75,5715 6,27125
2 ME02	Medellín Universidad de Antioquia	-75,596067 6,2764
3 ME08	Medellín Universidad de Medellín	-75,615 6,233183
4 ME06	Medellín Universidad Pontificia Bolivariana	-75,5913 6,245317
5 ME09	Medellín Politécnico Colombiano JIC	-75,581133 6,211833
6 IT02	Planta de Tratamiento de Aguas San Fern	-75,59125 6,193767
7 ME07	Edificio Miguel de Aguinaga	-75,57175 6,256017
8 ME03	Medellín Universidad de Antioquia	-75,586033 6,252467
9 ME04	Medellín Universidad de Antioquia	-75,335767 6,4393
10 ES03	San Antonio Institución Educativa Colombia	-75,4473 6,38131
11 IT01	Itagüí Colegio El Rosario Sociedad San Vic	-75,560317 6,174467
12 ES02	La Estrella Alcaldía Municipal	-75,64499 6,16086
13 SA01	Sabaneta Alcaldía Municipal	-75,61955 6,1535
14 CA02	Caldas Plaza de Mercado de Caldas, COPE	-75,637967 6,0896
15 CO01	Copacabana Hospital Santa Margarita	-75,508217 6,35275
16 BE02	Bello Biblioteca Marco Fidel Suarez	-75,555467 6,332483
17 ME05	Medellín Universidad de Antioquia	-75,555467 6,20455
18 IT04	Itagüí Parque Daires	-75,58153 6,22495
19 IT04	Itagüí Parque Daires	-75,63139 6,17195
20 ME12	Medellín CES	-75,55698 6,21211

Medellín, diciembre de 2010



## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	9
1. ESTACIONES DE MONITOREO	11
2.RESULTADOS DE CALIDAD DEL AIRE	15
2.1 RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO	15
2.1.1 Material Particulado Respirable (PM10).	15
2.1.2 Material Particulado Inhalable (PM2.5)	20
2.1.3 Material Particulado inferior a un micrómetro (PM1)	23
2.2 RESULT DE DIOXIDO DE AZUFRE Y DIOXIDO DE NITROGENO	24
2.3 RESULTADOS DE MONOXIDO DE CARBONO	25
2.4 RESULTADOS DE OZONO	27
2.5 METEOROLOGIA	29
2.5.1 Precipitación	29
2.5.2 Vientos - Rosas de vientos	34
2.6 INDICE DE CALIDAD DEL AIRE - ICA	42
3. SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	51
3.1 MANUAL DE CALIDAD	51
3.2 MANUAL PARA LA GESTION DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIA. CUARTO TRIMESTRE DE 2010.	52
3.2.1. Riesgo 1. Suspensión de funcionamiento de la Red de Monitoreo.	52
3.2.2. Riesgo 2. Suspensión de funcionamiento en una estación(s) o equipos de la Red de Monitoreo.	53
3.2.3. Riesgo 3. Ausencia de Calidad de los datos en el análisis y determinación de contaminantes.	55
3.2.4. Riesgo 4. Transmisión Inadecuada de los datos.	55
3.3 MANUAL DE PERFILES DE CARGO	56
3.4 DOCUMENTACIÓN	56
3.4.1. Procedimientos	56
3.4.2. Formatos y Registros	56
3.4.3. Actualización de los Certificados de Calibración	58
3.4.4. Registros de datos de la nueva estación.	58
3.4.5. Acciones correctivas, preventivas y de mejora	59
3.5 INDICADORES	61

3.6 CONCLUSIONES	61
4. MANTENIMIENTO Y CALIBRACION DE LAS ESTACIONES	63
5. OTRAS ACTIVIDADES	65
6. CONCLUSIONES RESULTADOS DE CALIDAD DEL AIRE	69
BIBLIOGRAFÍA	73

## LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Distrib. por municipio de las estc fijas de la Red de Calidad del Aire .	11
Tabla 2. Distribución de estaciones y equipos noviembre de 2010 .....	14
Tabla 3. Resumen conct promedio diarias PM10 sept dici 2010, .	17
Tabla 4. Resumen conct promedio diarias PM2.5 sept dic 2010 .....	22
Tabla 5. Resumen conct promedio diarias PM1 sept oct de 2010, .....	24
Tabla 6. Resumen conct promedio diarias SO2 y NO2 sept oct10, .....	24
Tabla 7. Resumen conct promedio de monóxido de carbono sept oct 2010....	26
Tabla 8. Resumen conct promedio de monóxido de carbono nov dic 2010 .....	26
Tabla 9. Resumen conct promedio de ozono sept oct 2010, .....	28
Tabla 10. Resumen concentraciones promedio ozono nov dic 2010, en ppm .	28
Tabla 11. Resumen de meteorología sept de 2010 en el valle de Aburrá.....	39
Tabla 12. Resumen de meteorología octubre de 2010 en el valle de Aburrá... 40	
Tabla 13. Resumen de meteorología nov.de 2010 en el valle de Aburrá.....	41
Tabla 14. Resumen de meteorología dic de 2010 en el valle de Aburrá.....	42
Tabla 15. Índice de calidad del aire en sept de 2010, en número de días .....	43
Tabla 16. Índice de calidad del aire en oct de 2010, en número de días .....	44
Tabla 17. Índice de calidad del aire en nov de 2010, en número de días .....	45
Tabla 18. Índice de calidad del aire en dic de 2010, en número de días .....	46
Tabla 19. Personal a informar en el Riesgo 1.....	52
Tabla 20. Personal a informar en el Riesgo 2.....	53
Tabla 21. Personal a informar en el Riesgo 2, en las estac de monitoreo. ....	54
Tabla 22. Personal a informar en el Riesgo 3.....	55
Tabla 23. Personal a informar en el Riesgo 4.....	55
Tabla 24. Formatos creados y/o modificados.....	57
Tabla 25. Estado de las acciones.....	60
Tabla 26. Cargue inform de la Red de Calidad del Aire a SISAIRE. Nov 18....	65
Tabla 27. Cargue inform de la Red de Calidad del Aire a SISAIRE. Nov 22....	65
Tabla 28. Cargue inform de la Red de Calidad del Aire a SISAIRE. Dic 05 .....	66
Tabla 29. Cargue inform de la Red de Calidad del Aire a SISAIRE. Dic 05.....	66
Tabla 30. Cargue inform de la Red de Calidad del Aire a SISAIRE. Dic 06 .....	66
Tabla 31. Comparación de partículas PM10 nov 2009 y nov 2010 .....	71
Tabla 32. Comparación de partículas PM2.5 nov 2009 y nov 2010 .....	71

## LISTA DE GRAFICAS

	pág.
Gráfica 1. Conct. diarias PM10 auto en el valle de Aburrá sept dic de 2010....	19
Gráfica 2. Conct diarias PM10 manu en el valle de Aburrá sep dic de 2010....	19
Gráfica 3. Conct horarias PM10 auto en el valle de Aburrá sep dic de 2010 ...	20
Gráfica 4. Conct diarias PM2.5 en el valle de Aburrá sept dic de 2010 .....	23
Gráfica 5. Conct horarias PM2.5 en el valle de Aburrá sept dic de 2010 .....	23
Gráfica 6. Precipitación diaria en el valle de Aburrá septiembre de 2010 .....	29
Gráfica 7. Precipitación diaria en el valle de Aburrá octubre de 2010.....	30
Gráfica 8. Precipitación diaria en el valle de Aburrá noviembre de.....	32
Gráfica 9. Rosas de vientos septiembre de 2010 en el valle de Aburrá.....	34
Gráfica 10. Rosas de vientos octubre de 2010 en el valle de Aburrá.....	35
Gráfica 11. Rosas de vientos noviembre de 2010 en el valle de Aburrá.....	36
Gráfica 12. Rosas de vientos diciembre de 2010 en el valle de Aburrá .....	38
Gráfica 13. Índice de calidad del aire en el Valle de Aburrá, sept de 2010 .....	47
Gráfica 14. Índice de calidad del aire en el Valle de Aburrá, oct de 2010 .....	48
Gráfica 15. Índice de calidad del aire en el Valle de Aburrá, nov de 2010 .....	49
Gráfica 16. Índice de calidad del aire en el Valle de Aburrá, dic de 2010 .....	50
Gráfica 17. Comparativo excedencias de PM2.5 nov 2009 y nov 2010 .....	72

## LISTA DE FOTOS

	pág.
Foto 1. Traslado estación Poblado CES.....	13
Foto 2. Estación Barbosa (BAR-HSVP).....	75
Foto 3. Estación Girardota COLOMBIA (GIR-IECO) .....	76
Foto 4. Estación Copacabana (COP-HSMA).....	77
Foto 5. Estación Bello Subestación Eléctrica (BEL-SEPM) .....	77
Foto 6. Estación Edificio Miguel de Aguinaga (MED-AGUI).....	78
Foto 7. Estación San Antonio (MED-EXSA) .....	79
Foto 8. Estación Medellín UNAL (MED-UNFM).....	79
Foto 9. Estación Corantioquia .....	80
Foto 10. Estación Politécnico (MED-PJIC).....	82
Foto 11. Estación Poblado – CES (MED-UCES).....	83
Foto 12. Estación PTAR (ITA-PTAR).....	85
Foto 13. Estación Itagüí (ITA-CRSV).....	85
Foto 14. Estación Ditaires (ITA-DITA) .....	87
Foto 15. Fotos estación La Estrella (EST-CAM).....	88
Foto 16. Fotos estación Sabaneta (SAB-CAM) .....	88
Foto 17. Estación Caldas (CAL-PMER).....	90
Foto 18. Estación Móvil AMVA en el Municipio de Sabaneta (Unidad Deportiva INDESA).....	91



## INTRODUCCION

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá, AMVA, firmó el contrato 471 de 2010 con la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín con el objeto de evaluar los niveles de contaminación del aire, en las zonas urbanas del Valle de Aburrá, cuya acta de inicio se firmó el 15 de septiembre.

En el presente informe se presentan los resultados de la monitoría de calidad de aire obtenidos entre el 15 de septiembre y el 30 de diciembre de 2010 en el valle de Aburrá. En este informe también se detallan las diferentes actividades relacionadas con la operación de la red de monitoreo de calidad del aire, las labores de mantenimiento y calibración de los equipos medidores, y la continuidad del sistema de gestión de calidad, que se realizan dentro de la monitoría.

En estos tres meses y medio de operación de la Red de Calidad, se retiró de operación la estación Poblado Universidad CES (MED-UCES), el 12 de noviembre, ya que esta Universidad adelantará trabajos de construcción en los terrenos donde estaba ubicada esta estación. La Universidad ofreció otros terrenos pero estos no cumplieron los criterios de ubicación de estaciones, definidos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire del MAVDT, y además no se tenían las suficientes condiciones de seguridad de la estación. Esta estación se trasladó para las instalaciones de la empresa ISA S.A. en el mismo sector del barrio El Poblado. En la actualidad se adelanta la firma de un comodato de espacio entre ISA S.A. y el AMVA para iniciar la operación de la estación en este sitio.

A partir del 01 de noviembre, los medidores manuales de dióxido de azufre, SO<sub>2</sub> y dióxido de nitrógeno, NO<sub>2</sub>, se retiraron de operación ya que estos equipos son muy obsoletos y además no reportan información que sea relevante e importante para la gestión del recurso aire en la región. Esta decisión se tomó basada en un estudio del rediseño de la Red de Calidad del Aire del Valle de Aburrá realizado por una entidad española, a través de la Universidad Pontificia Bolivariana, UPB, de Medellín. Esta decisión fue avalada por el Comité Coordinador de REDAIRE.

Respecto a la información que debe alimentarse al Sistema de Información sobre Calidad del Aire, SISAI, entre el 18 y el 22 de noviembre se subió a este sistema la información de los equipos manuales de todos los equipos PM10 que se tiene en la Red de Calidad del Aire del Valle de Aburrá. La información que se alimentó a este sistema quedó desde el momento en que se inició la operación de estos equipos, enero de 2003 en algunos y abril de 2008 en otros, hasta el 29 de octubre de 2010. La información del mes de noviembre se subió el 05 de diciembre de 2010.

La información de ruido ambiental de las dos estaciones que se tienen en la Red de Calidad del Aire del Valle de Aburrá, La 33 y Aguacatala, solo fue posible bajarse de estas estaciones a fines del mes de noviembre ya que no se contaba con la información

requerida. Desde el 15 de septiembre de 2010 el personal de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín se intento bajar esta información y solo fue posible con la colaboración de personal de Sanambiente y de la Universidad de Antioquia. Se aclara que el personal de la Universidad no participó en la capacitación de entrega de estas estaciones, por tanto, desconoce la forma de operación y manejo del software que se utiliza para bajar esta información. La Universidad esta estudiando los manuales y demás información relacionada con este tema que ha suministrado el AMVA y la empresa proveedora de estas estaciones, Sanambiente S.A. El personal del AMVA ha entregado los datos de ruido de estas estaciones, que los bajó la entidad encargada antes de este contrato, pero esta información está únicamente hasta los primeros días de octubre de 2010 únicamente.

La estación móvil del AMVA operó entre septiembre y diciembre 10 de 2010 en la Unidad Deportiva INDESA, del municipio de Sabaneta. El 10 de diciembre esta estación se trasladó para el barrio Los Colores del municipio de Medellín, contiguo al Centro de Atención Inmediata, CAI.

## 1. ESTACIONES DE MONITOREO

Entre septiembre y diciembre de 2010 la red de calidad del aire del valle de Aburrá operó 16 estaciones fijas, o sitios de medición, y una estación móvil distribuidas en los diferentes municipios que conforman el valle de Aburrá. En la tabla 1 se muestra la distribución de los sitios de medición en los diferentes municipios que conforman el valle de Aburrá. Estas estaciones tienen 17 equipos medidores de partículas menores de 10 micrómetros (PM10), 4 medidores de partículas menores a 2.5 micrómetros (PM2.5), un medidor de partículas menores a un micrómetro (PM1), 4 medidores automáticos de Monóxido de Carbono (CO), 4 medidores automáticos de Ozono (O<sub>3</sub>), un medidor automático de óxidos de nitrógeno, un medidor automático de dióxido de azufre y 4 estaciones meteorológicas.

A partir del 01 de noviembre los medidores manuales de dióxido de azufre, SO<sub>2</sub> y dióxido de nitrógeno, NO<sub>2</sub>, se retiraron de operación ya que estos equipos son muy obsoletos y además no reportan información que sea relevante e importante para la gestión del recurso aire en la región. Esta decisión se tomó basada en un estudio del rediseño de la Red de Calidad del Aire del Valle de Aburrá realizado por una entidad española, a través de la Universidad Pontificia Bolivariana, UPB, de Medellín.

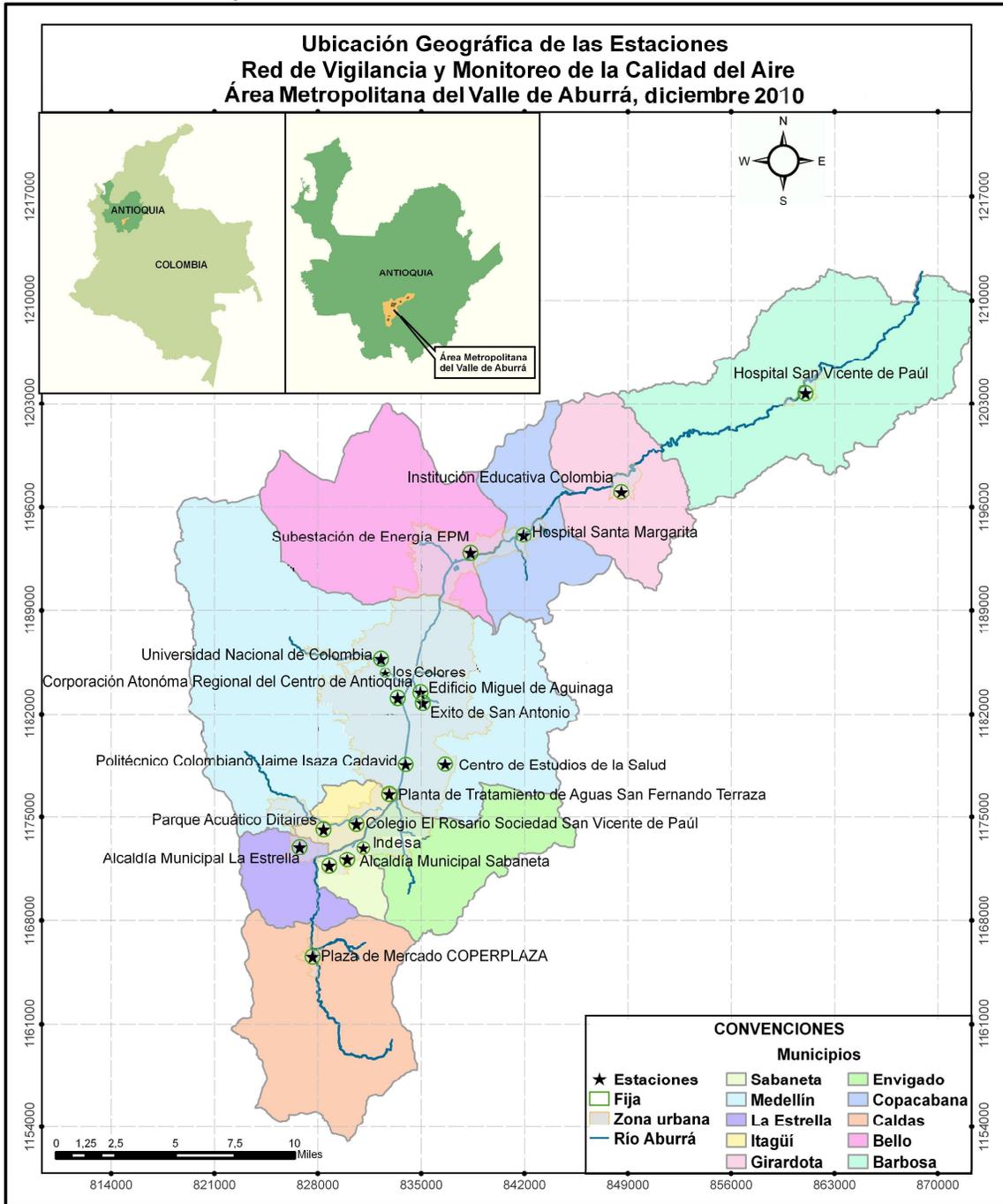
**Tabla 1. Distribución por municipio de las estaciones fijas de la Red de Calidad del Aire**

Municipio	Número de estaciones
Barbosa	1
Girardota	1
Copacabana	1
Bello	1
Medellín	6 + Estación Móvil
Itagüí	3
Sabaneta	1 + Estación Móvil
La Estrella	1
Caldas	1

En la figura 1 se muestran la ubicación geográfica de las estaciones que operaron en noviembre de 2010 en la red de calidad del aire del Valle de Aburrá, y en la tabla 2 se observan los diferentes equipos que conforman la red de calidad del aire en cada una de las estaciones o sitios de medición.

Como se observa en la figura 1 y en la tabla 2, ya no existen los sitios de medición de la Universidad de Antioquia y la Universidad de Medellín, quienes son los dueños de los equipos y tomaron la decisión de retirar de operación los equipos. Igualmente, no existe el sitio de medición de la Universidad Pontificia Bolivariana.

**Figura 1. Ubicación Geográfica de las Estaciones de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá**



El 12 de noviembre se retiró de operación la estación Poblado Universidad CES (MED-UCES), ya que esta Universidad adelantará trabajos de construcción en los terrenos donde estaba ubicada esta estación. La Universidad ofreció otros terrenos pero estos no cumplieron los criterios de ubicación de estaciones, definidos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire del MAVDT, y además no se tenían las suficientes condiciones de seguridad de la estación. Esta estación se trasladó para las instalaciones de la empresa ISA S.A. en el mismo sector del barrio El Poblado. En la actualidad se adelanta la firma de un comodato de espacio entre ISA S.A. y el AMVA para iniciar la operación de la estación en este sitio. Ver foto 1.



**Foto 1. Traslado estación Poblado CES**

**Tabla 2. Distribución de estaciones y equipos noviembre de 2010**

MUNICIPIO	SIGLA DE LA ESTACIÓN	Equipos									
		PM1	PM10 (S)	PM10	PM2.5 (S)	PM2.5	SO2	NO2-NO-NOX	CO	O <sub>3</sub>	MET
BARBOSA	BAR-HSVP										
GIRARDOTA	GIR-IECO										
COPACABANA	COP-HSMA										
BELLO	BEL-SEPM										
MEDELLÍN	MED-AGUI										
MEDELLÍN	MED-UNFM										
MEDELLÍN	MED-CORA										
MEDELLÍN	MED-PJIC										
MEDELLÍN	MED-EXSA										
MEDELLÍN	MED-UCES										
ITAGÜÍ	ITA-CRSV										
ITAGÜÍ	ITAPTAR										
ITAGÜÍ	ITA-PTAR										
ITAGÜÍ	ITA-DITA										
ESTRELLA	EST-CAM										
SABANETA	SAB-CAM										
CALDAS	CAL-PMER										
E MOVIL	N/A										
<b>TOTALES</b>		1	10	7	1	3	1	1	4	4	4

**Notas:**

Donde se tiene PM10 automático y PM10 manual, se reporta a la comunidad los datos del equipo automático.

S: Equipo semi-automático o manual. Los demás son equipos automáticos.

## 2. RESULTADOS DE CALIDAD DEL AIRE

La Universidad Nacional de Colombia sede Medellín inició la operación de la red de calidad del aire del valle de Aburrá el 15 de septiembre de 2010, luego de una interrupción por varios días, de las labores operativas de la red.

Los equipos manuales no presentaron ningún problema en el reinicio de las mediciones. En el caso de los equipos automáticos, muchos de estos operaron sin mayores problemas durante el mes de septiembre, incluso parte del mes de agosto, pero otros de estos equipos presentaron problemas técnicos al reiniciar la operación de la red de calidad, y por esta razón no fue posible recuperar la información durante los primeros quince días del mes. Ver anexo A.

### 2.1 RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO

**2.1.1 Material Particulado Respirable (PM10).** En la tabla 3 se presenta un resumen de las concentraciones de material particulado respirable (PM10) obtenidas entre septiembre y diciembre de 2010.

En septiembre de 2010, las máximas concentraciones de PM10 promedio mensual se presentaron en las estaciones ubicadas en Éxito de San Antonio (MED-EXSA) y la Universidad Nacional, Facultad de Minas (MED-UNFM), con concentraciones de  $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. Las estaciones que registraron las menores concentraciones de PM10 fueron Hospital San Vicente de Paúl de Barbosa (BAR-HSVP) y Edificio Miguel de Aguinaga (MED-AGUI), con promedios en el mes de  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. En todas las estaciones, las concentraciones diarias de PM10 variaron entre  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , las cuales son inferiores a la norma diaria de PM10,  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , definida en la Resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT.

En octubre de 2010, las máximas concentraciones de PM10 promedio mensual se presentaron en las estaciones ubicadas en el municipio de Caldas, plaza de mercado (CALD-PMER) y Éxito de San Antonio (MED-EXSA), con concentraciones de  $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. No se tiene en cuenta el promedio registrado en la Universidad Nacional, Facultad de Minas (MED-UNFM) de  $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , porque corresponde al promedio de cuatro muestras diarias únicamente, lo cual no es representativo. Ver anexo A, informe de mantenimiento. Las estaciones que registraron las menores concentraciones de PM10 fueron Hospital San Vicente de Paúl de Barbosa (BAR-HSVP) y Hospital Santa Margarita de Copacabana (COP-HSMA), con promedios en el mes de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. En todas las estaciones, las concentraciones diarias de PM10 variaron entre  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $133 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , las cuales son inferiores a la norma diaria de PM10,  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , definida en la Resolución 610 de 2010 del MAVDT.

En noviembre de 2010, las máximas concentraciones de PM10 promedio mensual se presentaron en las estaciones ubicadas en el Éxito de San Antonio (MED-EXSA) y en el municipio de Caldas, plaza de mercado (CALD-PMER), con concentraciones de  $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. No se tiene en cuenta el promedio registrado en la Universidad Nacional, Facultad de Minas (MED-UNFM) de  $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , porque corresponde al promedio de ocho muestras diarias únicamente, lo cual no es representativo. Ver anexo A, informe de mantenimiento. Las estaciones que registraron las menores concentraciones de PM10 fueron Hospital Santa Margarita de Copacabana (COP-HSMA) y Edificio Miguel de Aguinaga (MED-AGUI), con promedios en el mes de  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. En todas las estaciones, las concentraciones diarias de PM10 variaron entre  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , las cuales son inferiores a la norma diaria de PM10,  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , definida en la Resolución 610 de 2010 del MAVDT.

En las gráficas 1 y 2 se pueden observar el comportamiento diario de este contaminante entre septiembre y diciembre de 2010. En ellas se observa un leve aumento de las concentraciones de PM10 en la parte final de noviembre. En la gráfica 3 se muestra el comportamiento horario de PM10 de los PM10 automáticos en este mismo lapso de tiempo.

**Tabla 3. Resumen concentraciones promedio diarias PM10 sept diciemb 2010, µg/m<sup>3</sup>, en condiciones de referencia (1).**

Municipio	BARBOSA BAR-HSVP	GIRARDOTA GIR-IECO (A)	COPACABANA COP-HSMA	BELLO BEL-SEPM (A)	MEDELLÍN MED-AGUI	MEDELLÍN MED-EXSA (A)	MEDELLÍN MED-UNFM (A)	MEDELLÍN MED-CORA	MEDELLÍN MED-PJIC (A)	ITAGUI ITA-PTAR	ITAGUI ITA-CRSV (A)	ITAGUI ITA-DITA (A)	SABANETA SAB-INDE (A)	SABANETA SAB-CAM	LA ESTRELLA EST-CAM	CALDAS CAL-PMER (A)
Código	BA01	GI03	CO01	BE03	ME02	ME11	ME03	ME05	ME09	IT02	IT01	IT04	SA01	ES02	CA02	
Septiembre de 2010																
Promedio aritmético	27	41	41		39	68	66	58	48	54	59	48	63	46	45	58
Cantidad muestreos diarios	5	30	5		5	14	18	5	28	5	17	15	14	5	5	14
Valor máximo, en µg/m <sup>3</sup>	39	64	49		61	91	83	74	83	67	82	71	92	67	75	72
Valor mínimo, en µg/m <sup>3</sup>	22	29	31		24	51	51	47	20	40	38	29	36	29	34	45
Norma diaria Colombiana	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Norma anual Colombiana	60	60	16	60	60	16	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Octubre de 2010																
Promedio aritmético	25	39	35	53	48	64	94	45	57	41	56	47	63	45	36	69
Cantidad muestreos diarios	10	31	10	24	8	31	4	9	31	6	21	30	31	10	10	20
Valor máximo, en µg/m <sup>3</sup>	35	57	49	89	76	103	133	64	86	64	73	64	94	55	45	91
Valor mínimo, en µg/m <sup>3</sup>	16	20	24	27	35	36	76	22	26	27	31	24	28	34	26	44
Norma diaria Colombiana	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Norma anual Colombiana	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

- 1 Se refiere a 25°C de temperatura ambiente y 760 mmHg de presión atmosférica ( Resolución 610 del 24 de marzo de 2010)
- BAR-HSVP:** Hospital San Vicente de Paúl (Barbosa)  
**COP-HSMA:** Hospital Santa Margarita (Copacabana)  
**MED-AGUI:** Edificio Miguel de Aguinaga (Medellín)  
**MED-UNFM:** Universidad Nacional Facultad Minas (Medellín)  
**MED-PJIC:** Politécnico Colombiano JIC (Medellín)  
**ITA-CRSV:** Colegio El Rosario (Itagüí)  
**SAB-INDE:** Unidad Deportiva INDESA norte, Sabaneta. Con la estación móvil AMVA  
**EST-CAM:** Alcaldía de La Estrella (La Estrella)  
**A:** Analizador automático
- GIR-IECO:** Colegio Colombia (Girardota)  
**BEL-SEPM:** Subestación eléctrica de EPM (Bello)  
**MED-EXSA:** Parque San Antonio (Medellín)  
**MED-CORA:** Corantioquia (Medellín)  
**ITA-PTAR:** Planta tratamiento Aguas Residuales EPM (Itagüí)  
**ITA-DITA:** Parque Ditaíres (Itagüí)  
**SAB-CAM:** Alcaldía de Sabaneta (Sabaneta)  
**CAL-PMER:** Plaza Mercado municipal (Caldas)

Municipio	BARBOSA BAR-HSVP	GIRARDOTA GIR-IECO (A)	COPACABANA COP-HSMA	BELLO BEL-SEPM (A)	MEDELLÍN MED-AGUI	MEDELLÍN MED-EXSA (A)	MEDELLÍN MED-UNFM (A)	MEDELLÍN MED-CORA	MEDELLÍN MED-PJIC (A)	ITAGUI ITA-PTAR	ITAGUI ITA-CRSV (A)	ITAGUI ITA-DITA (A)	SABANETA SAB-INDE (A)	SABANETA SAB-CAM	LA ESTRELLA EST-CAM	CALDAS CAL-PMER (A)
Código	BA01	GI03	CO01	BE03	ME02	ME11	ME03	ME05	ME09	IT02	IT01	IT04	SA01	ES02	CA02	
Noviembre de 2010																
Promedio aritmético	30	36	27	50	27	64	81	45	48	30	53	45	53	32	30	58
Cantidad muestreos diarios	10	30	10	28	9	30	8	10	24	10	29	26	25	8	10	28
Valor máximo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	46	64	37	81	50	108	110	71	85	50	80	73	93	57	57	89
Valor mínimo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18	24	17	35	17	37	59	26	21	15	29	22	19	19	15	35
Norma diaria Colombiana	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Norma anual Colombiana	60	60	16	60	60	16	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Diciembre de 2010																
Promedio aritmético	32	36	32	52	45	64	73	49	58	46	58	48	47		35	70
Cantidad muestreos diarios	8	27	8	26	8	27	6	8	12	8	25	27	8		8	26
Valor máximo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50	71	44	116	64	107	101	83	99	61	90	68	71		53	100
Valor mínimo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20	17	18	30	23	31	57	25	21	25	38	28	24		17	40
Norma diaria Colombiana	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Norma anual Colombiana	60	60	16	60	60	16	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

1. Se refiere a 25°C de temperatura ambiente y 760 mmHg de presión atmosférica ( Resolución 610 del 24 de marzo de 2010)

**BAR-HSVP:** Hospital San Vicente de Paul (Barbosa)

**COP-HSMA:** Hospital Santa Margarita (Copacabana)

**MED-AGUI:** Edificio Miguel de Aguinaga (Medellín)

**MED-UNFM:** Universidad Nacional Facultad Minas (Medellín)

**MED-PJIC:** Politécnico Colombiano JIC (Medellín)

**ITA-CRSV:** Colegio El Rosario (Itagüí)

**SAB-INDE:** Unidad Deportiva INDESA norte, Sabaneta. Con la estación móvil AMVA

**EST-CAM:** Alcaldía de La Estrella (La Estrella)

**A:** Analizador automático

**GIR-IECO:** Colegio Colombia (Girardota)

**BEL-SEPM:** Subestación eléctrica de EPM (Bello)

**MED-EXSA:** Parque San Antonio (Medellín)

**MED-CORA:** Corantioquia (Medellín)

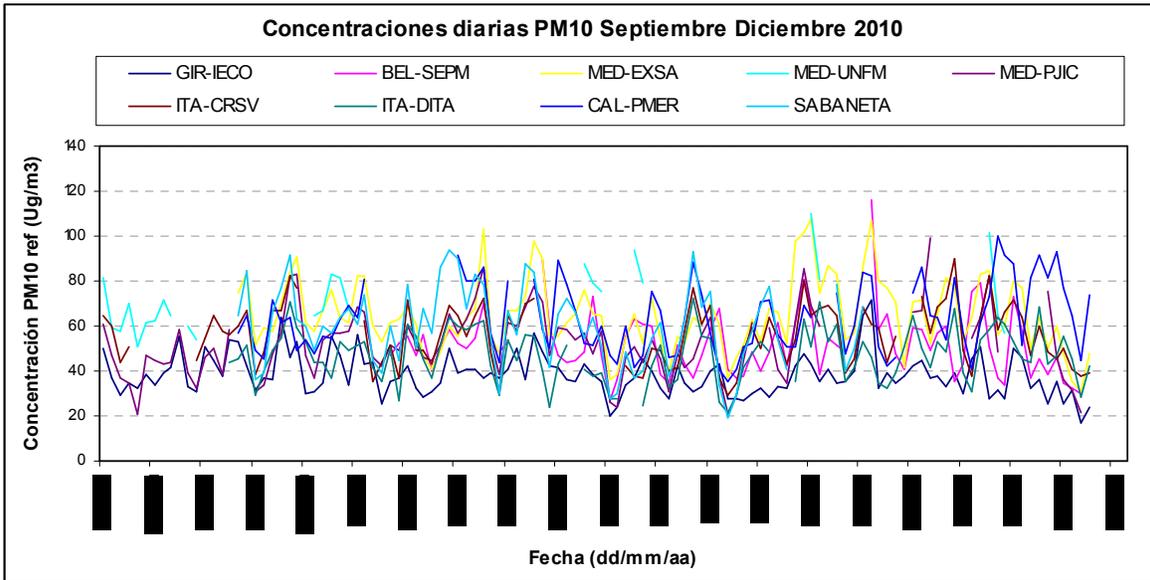
**ITA-PTAR:** Planta tratamiento Aguas Residuales EPM (Itagüí)

**ITA-DITA:** Parque Ditaíres (Itagüí)

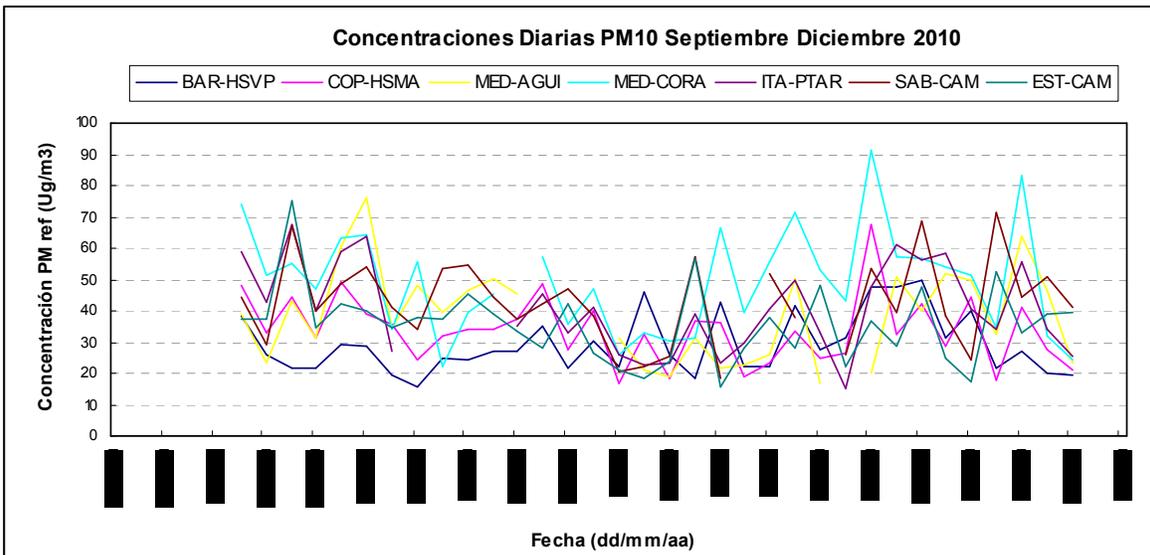
**SAB-CAM:** Alcaldía de Sabaneta (Sabaneta)

**CAL-PMER:** Plaza Mercado municipal (Caldas)

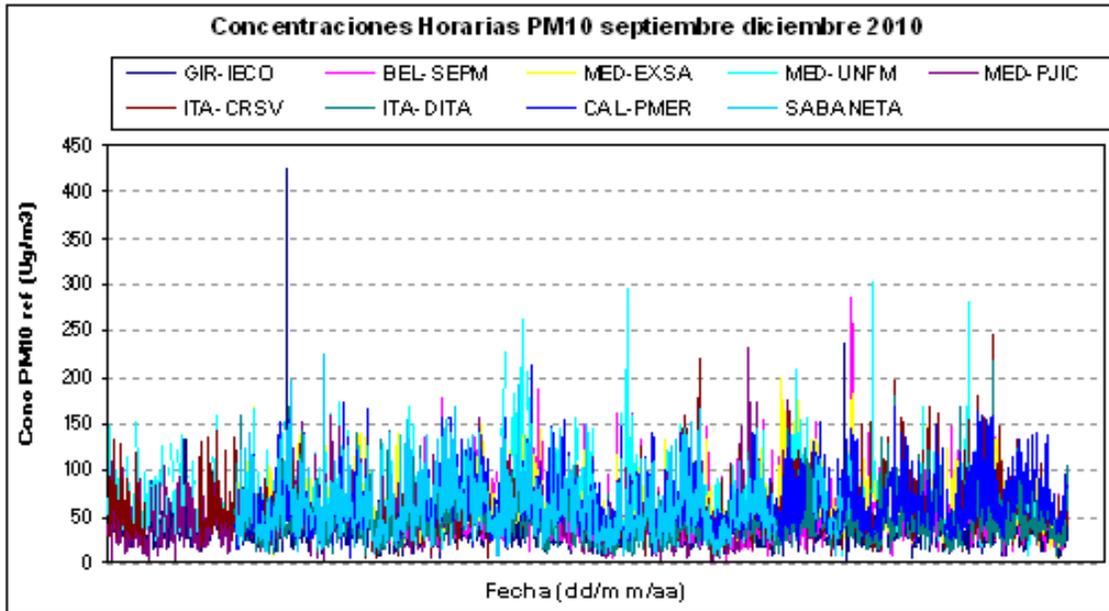
Gráfica 1. Concentraciones diarias PM10 auto en el valle de Aburrá sept dic de 2010



Gráfica 2. Concentraciones diarias PM10 manu en el valle de Aburrá sep dic de 2010



Gráfica 3. Concentraciones horarias PM10 auto en el valle de Aburrá sep dic de 2010



**2.1.2 Material Particulado Inhalable (PM2.5).** En la tabla 4 se presenta un resumen de las concentraciones de material particulado inhalable (PM2.5) entre septiembre y diciembre de 2010.

En septiembre de 2010, las concentraciones promedio mensual de PM2.5 oscilaron entre  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en las cuatro estaciones monitoreadas, siendo MED-AGUI (Edificio Miguel de Aguinaga) e ITA-DITA (Parque Ditaires, municipio de Itagüí) la más contaminada por PM2.5. En septiembre se presentaron cuatro excedencias de la norma diaria de EE UU - EPA ( $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en la estación MED-PJIC (Politécnico Jaime Isaza Cadavid), que equivale al 24% de los datos del mes, y una excedencia en cada una de las estaciones MED-AGUI, MED-UCES (Poblado Universidad CES) e ITA-DITA, que equivale al 10%, 1% y 4%, respectivamente, de los datos del mes.

En octubre de 2010, las concentraciones promedio mensual de PM2.5 oscilaron entre  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en las cuatro estaciones, siendo MED-AGUI (Edificio Miguel de Aguinaga) e ITA-DITA (Parque Ditaires, municipio de Itagüí) la más contaminada por PM2.5. En octubre se presentaron 7, 4, 3, y 5 excedencias de la norma diaria de EE UU - EPA ( $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en las estaciones MED-AGUI, MED-PJIC (Politécnico Jaime Isaza Cadavid), MED-UCES (Poblado Universidad CES) e ITA-DITA, respectivamente, que equivale al 47%, 15%, 10% y 16%, respectivamente, de los datos del mes.

En noviembre de 2010, las concentraciones promedio mensual de PM2.5 oscilaron entre  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en las cuatro estaciones monitoreadas, siendo MED-AGUI (Edificio Miguel de Aguinaga) la más contaminada por PM2.5. En noviembre se presentaron nueve excedencias de la norma diaria de EE UU - EPA ( $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en la estación Miguel de

Aguinaga (MED-AGUI), que equivale al 30% de los datos del mes, y una excedencia en cada una de las estaciones MED-PJIC (Politécnico JIC) e ITA-DITA, que equivale al 5% 4%, respectivamente, de los datos del mes. La estación MED-UCES (Poblado Universidad CES) no registró excedencias en los doce días de operación de la estación.

El comportamiento diario de estas partículas en este lapso de tiempo se observa en detalle en la gráfica 4 y el comportamiento horario se observa en la gráfica 5.

**Tabla 4. Resumen concentraciones promedio diarias PM2.5 sept dic 2010,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en condiciones de referencia (1)**

Municipio	MEDELLIN	MEDELLIN	MEDELLIN	ITAGUI
Estación	MED-AGUI	MED-PJIC	MED-UCES	ITA-DITA
Código	ME02	ME09	ME12	IT04
Septiembre de 2010				
Promedio aritmético	29	25	27	28
Cantidad de muestreos	10	17	19	27
Valor máximo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	43	43	42	46
Valor mínimo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	22	15	20	16
Conc diarias mayores a $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Excedencias)	1	4	1	1
Conc diarias mayores a $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (%)	10	24	5	4
Norma diaria EE UU - EPA	35	35	35	35
Norma anual EE UU - EPA	15	15	15	15
Octubre de 2010				
Promedio aritmético	31	25	27	28
Cantidad de muestreos	15	27	29	31
Valor máximo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	61	45	47	41
Valor mínimo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14	9	18	15
Conc diarias mayores a $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Excedencias)	7	4	3	5
Conc diarias mayores a $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (%)	47	15	10	16
Norma diaria EE UU - EPA	35	35	35	35
Norma anual EE UU - EPA	15	15	15	15
Noviembre de 2010				
Promedio aritmético	33	23	22	22
Cantidad de muestreos	30	22	11	27
Valor máximo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	58	40	31	38
Valor mínimo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18	10	16	11
Conc diarias mayores a $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Excedencias)	9	1	0	1
Conc diarias mayores a $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (%)	30	5	0	4
Norma diaria EE UU - EPA	35	35	35	35
Norma anual EE UU - EPA	15	15	15	15
Diciembre de 2010				
Promedio aritmético	35	27		25
Cantidad de muestreos	27	18		27
Valor máximo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	56	35		36
Valor mínimo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20	20		15
Conc diarias mayores a $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Excedencias)	13	0		1
Conc diarias mayores a $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (%)	48	0		4
Norma diaria EE UU - EPA	35	35	35	35
Norma anual EE UU - EPA	15	15	15	15

1 Se refiere a  $25^\circ\text{C}$  de temperatura ambiente y 760 mmHg de presión atmosférica ( Resolución 610 del 2010)

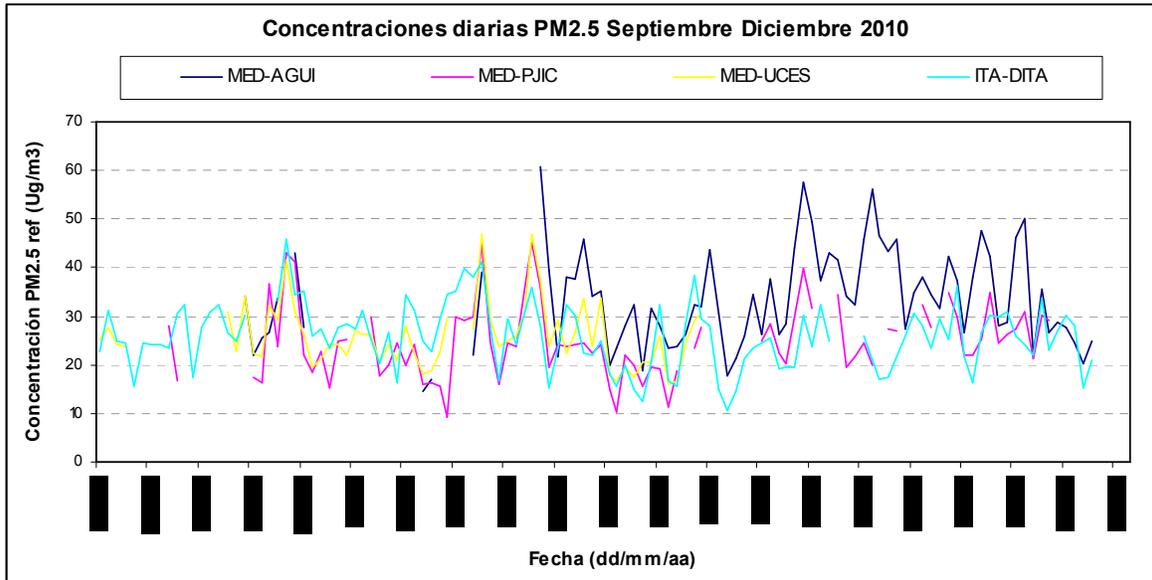
**MED-AGUI:** Edificio Miguel de Aguinaga (Medellín)

**MED-PJIC:** Politécnico JIC (Medellín)

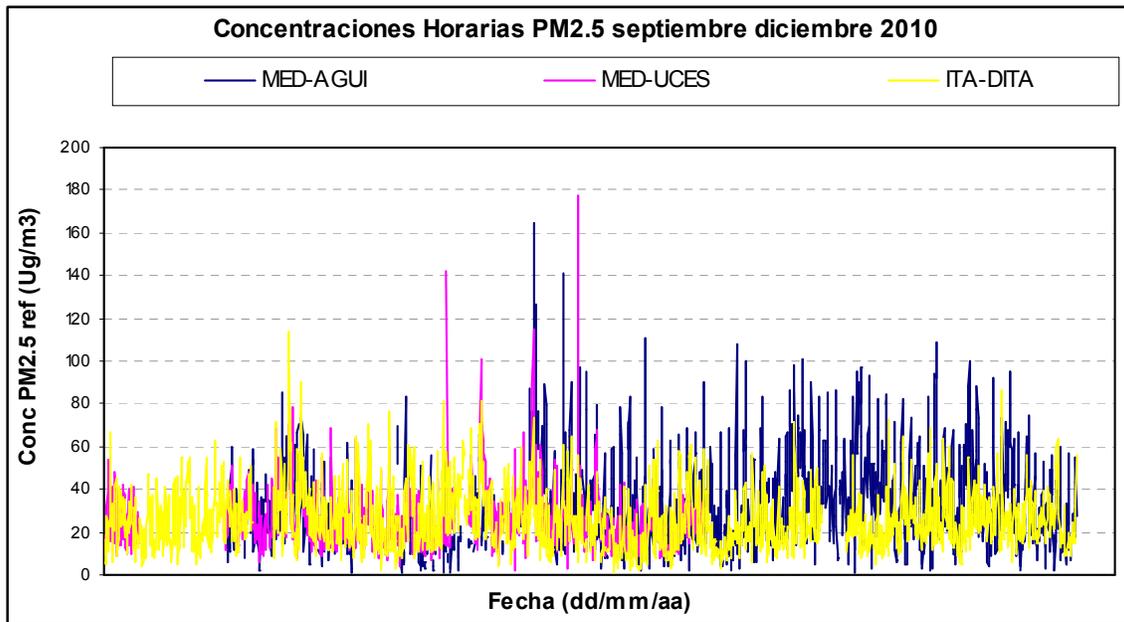
**MED-UCES:** Poblado – Universidad CES (Medellín)

**ITA-DITA:** Parque Ditaires (Itagúí)

**Gráfica 4. Concentraciones diarias PM2.5 en el valle de Aburrá sept dic de 2010**



**Gráfica 5. Concentraciones horarias PM2.5 en el valle de Aburrá sept dic de 2010**



**2.1.3 Material Particulado inferior a un micrómetro (PM1).** En la tabla 5 se presenta un resumen de las concentraciones de material particulado PM1 registradas en septiembre y octubre de 2010 en la estación MED-PJIC, Politécnico JIC.

El promedio aritmético mensual de la concentración de PM1 en septiembre de 2010 fue de 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mientras que las concentraciones diarias de este contaminante oscilaron entre 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . En octubre, el promedio mensual fue de 33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , y las concentraciones diarias oscilaron entre 19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La Resolución 610 del MAVDT no tiene definidas normas para este contaminante y se desconoce una norma internacional, que permita establecer una comparación.

Este equipo presentó problemas técnicos a finales del mes de noviembre, razón por la cual no fue posible bajar o recuperar los datos con un computador portátil de noviembre y diciembre. Ver anexo A informe de mantenimiento.

**Tabla 5. Resumen concentraciones promedio diarias PM1 septiembre octubre de 2010,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en condiciones de referencia (1), estación MED-PJIC**

	SEPTIEMBRE DE 2010	OCTUBRE DE 2010
Promedio aritmético	30	33
Cantidad de muestras diarias	15	31
Desviación estándar	9	8
Valor máximo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50	54
Valor mínimo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20	19

<sup>1</sup> Se refiere a 25°C de temperatura ambiente y 760 mmHg de presión atmosférica (Resolución 610 del 2010)

## 2.2 RESULTADOS DE DIOXIDO DE AZUFRE Y DIOXIDO DE NITROGENO

En la tabla 6 se presentan un resumen de las concentraciones diarias de dióxido de azufre,  $\text{SO}_2$  y dióxido de nitrógeno,  $\text{NO}_2$ , en septiembre y octubre de 2010.

Las concentraciones de dióxido de azufre,  $\text{SO}_2$ , en el municipio de Sabaneta (con la estación móvil) muestran concentraciones diarias entre 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  tanto en septiembre como en octubre. Estas concentraciones son muy superiores a las registradas con los equipos manuales, en las otras estaciones, donde se obtienen valores máximos de 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Esta gran diferencia se debe en gran parte a que los equipos muestreadores tres gases son tecnologías muy viejas, y su unidad de refrigeración no funciona adecuadamente. Los óxidos de nitrógeno si registran valores más similares.

Las concentraciones diarias de dióxido de nitrógeno,  $\text{NO}_2$ , variaron entre 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en ambos meses y en todos los sitios de medición.

Estas concentraciones diarias de  $\text{SO}_2$  y  $\text{NO}_2$ , son inferiores a las normas colombianas definidas en la Resolución 610 del 24 de marzo de 2010 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, de 250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente.

**Tabla 6. Resumen concentraciones promedio diarias  $\text{SO}_2$  y  $\text{NO}_2$  septiembre octubre 2010,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en condiciones de referencia**

Municipio Estación	MEDELLIN MED-AGUI		MEDELLIN MED-UNFM		MEDELLIN MED-PJIC		ITAGUI ITA-CRSV		SABANETA SAB-INDE	
Código	ME02		ME03		ME09		IT01			
Contaminante	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>
Septiembre de 2010										
Promedio Aritmético	0	23	0	18	0	21	0		29	34
Muestras Realizadas	2	2	2	1	2	2	2	0	30	30
Muestras Reportadas como N D	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Valor máximo diario, en µg/m <sup>3</sup>	0	23	0	18	0	23	0	0	41	48
Valor mínimo diario, en µg/m <sup>3</sup>	0	22	0	18	0	20	0	0	15	20
Norma diaria Colombiana	250	150	250	150	250	150	250	150	250	150
Norma anual Colombiana	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100
Octubre de 2010										
Promedio Aritmético	0	28	0	40	1	23	1	19	27	34
Muestras Realizadas	3	3	2	2	3	3	3	2	31	26
Muestras Reportadas como N D	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Valor máximo diario, en µg/m <sup>3</sup>	0	34	0	40	3	32	2	19	42	50
Valor mínimo diario, en µg/m <sup>3</sup>	0	21	0	40	0	16	0	19	14	15
Norma diaria Colombiana	250	150	250	150	250	150	250	150	250	150
Norma anual Colombiana	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100

**MED-AGUI:** Edificio Miguel de Aguinaga (Medellín) **MED-UNFM:** Universidad Nacional Fac de Minas (Medellín)

**MED-PJIC:** Politécnico Colombiano JIC (Medellín) **ITA-CRSV:** Colegio El Rosario (Itagüí)

**SAB-INDE:** Unidad Deportiva INDESA norte, Sabaneta. Con la estación móvil AMVA

Se recuerda que a partir del 01 de noviembre, los medidores manuales de dióxido de azufre, SO<sub>2</sub> y dióxido de nitrógeno, NO<sub>2</sub>, se retiraron de operación ya que estos equipos son muy obsoletos y además no reportan información que sea relevante e importante para la gestión del recurso aire en la región. Esta decisión se tomó basada en un estudio del rediseño de la Red de Calidad del Aire del Valle de Aburrá realizado por una entidad española, a través de la Universidad Pontificia Bolivariana, UPB, de Medellín. Esta decisión fue avalada por el Comité Coordinador de REDAIRE.

### 2.3 RESULTADOS DE MONOXIDO DE CARBONO

En la tabla 7 se muestra un resumen de las concentraciones de monóxido de carbono en septiembre y octubre de 2010, en el valle de Aburrá. En la tabla 8 se muestra un resumen de las concentraciones de monóxido de carbono en noviembre y diciembre de 2010.

En septiembre y octubre, la máxima concentración horaria de monóxido de carbono se presentó en la estación MED-AGUI (Edificio Miguel de Aguinaga de Medellín), con 5.5 ppm en septiembre y 4.9 ppm en octubre. La estación que registró las menores concentraciones de monóxido de carbono fue la Unidad deportiva INDESA de Sabaneta, con la estación móvil del AMVA con 2.3 ppm en septiembre y 1.3 ppm en octubre. Estas concentraciones son muy inferiores a las normas definidas en la Resolución 610 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (35 ppm norma horaria y 8.8 ppm norma octohoraria).

**Tabla 7. Resumen concentraciones promedio de monóxido de carbono septiembre octubre 2010, en ppm**

Municipio Estación	Medellín MED-AGUI		Medellín MED-UCES		Sabaneta SAB-INDE		Itagüí ITA-DITA	
	ME02		ME12				IT04	
	Sep	Oct	Sep	Oct	Sep	Oct	Sep	Oct
Valor máximo 1hora, en ppm	5,51	4,88	3,10	3,00	2,30	1,30	3,00	2,70
Valor máximo 8hora, en ppm	4,02	4,16	2,36	2,64	1,55	1,01	2,30	2,16
Valor mínimo 1hora, en ppm	1,45	1,45	1,00	1,10	0,00	0,00	0,90	0,30
Valor mínimo 8hora, en ppm	1,71	1,53	1,15	1,35	0,01	0,00	1,03	0,61
Cantidad Datos 1 hora	720	742	706	736	720	302	718	744
Cantidad Datos 8 horas	510	527	510	527	510	211	510	527
NVSN1H	0	0	0	0	0	0	0	0
NVSN8H	0	0	0	0	0	0	0	0
NVSN1H/CD [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NVSN8H/CD [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**MED-AGUI:** Edificio Miguel de Aguinaga (Medellín)      **MED-UCES:** Poblado – Universidad CES (Medellín)  
**SAB-INDE:** Unidad INDESA norte, Sabaneta EMóvil AMVA      **ITA-DITA:** Parque Ditaires (Itagüí)  
 NVSN1H: Número de Veces que Supera la Norma Horaria Colombiana [35 ppm]  
 NVSN8H: Número de Veces que Supera la Norma Octohoraria Colombiana [8,8ppm]

**Tabla 8. Resumen concentraciones promedio de monóxido de carbono noviembre diciembre 2010, en ppm**

Municipio Estación	Medellín MED-AGUI		Medellín MED-UCES		Sabaneta SAB-INDE		Itagüí ITA-DITA	
	ME02		ME12				IT04	
	Nov	Dic	Nov	Dic	Nov	Dic	Nov	Dic
Valor máximo 1hora, en ppm	6,83	5,68	2,90		1,70		3,50	4,10
Valor máximo 8hora, en ppm	4,95	4,93	2,40		1,30		3,05	3,38
Valor mínimo 1hora, en ppm	1,84	2,33	1,50		0,00		0,20	2,00
Valor mínimo 8hora, en ppm	2,01	2,62	1,51		0,00		0,58	2,23
Cantidad Datos 1 hora	719	660	271		655		720	655
Cantidad Datos 8 horas	510	470	194		472		510	468
NVSN1H	0	0	0	0	0	0	0	0
NVSN8H	0	0	0	0	0	0	0	0
NVSN1H/CD [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NVSN8H/CD [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**MED-AGUI:** Edificio Miguel de Aguinaga (Medellín)      **MED-UCES:** Poblado – Universidad CES (Medellín)  
**SAB-INDE:** Unidad INDESA norte, Sabaneta EMóvil AMVA      **ITA-DITA:** Parque Ditaires (Itagüí)  
 NVSN1H: Número de Veces que Supera la Norma Horaria Colombiana [35 ppm]  
 NVSN8H: Número de Veces que Supera la Norma Octohoraria Colombiana [8,8ppm]

En noviembre, la máxima concentración horaria de monóxido de carbono se presentó en la estación MED-AGUI (Edificio Miguel de Aguinaga de Medellín), con 6.8 ppm. La estación que registró las menores concentraciones de monóxido de carbono fue la Unidad deportiva INDESA de Sabaneta, con la estación móvil del AMVA con 1.7 ppm. Estas concentraciones son muy inferiores a las normas definidas en la Resolución 610 del

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (35 ppm norma horaria y 8.8 ppm norma octohoraria).

## 2.4 RESULTADOS DE OZONO

En la tabla 9 se muestra un resumen de las concentraciones de ozono en septiembre y octubre de 2010, en las estaciones del valle de Aburrá. En la tabla 10 se muestra un resumen de las concentraciones de ozono en noviembre y diciembre de 2010.

En septiembre de 2010 las máximas concentraciones horarias de ozono se registraron en la estación SAB-INDE (Sabaneta, Indesa norte, Sabaneta), donde se registró un valor máximo de 0.113 ppm. En las estaciones ITA-DITA, MED-UCES y SAB-INDE se superó la norma horaria de 0.061 ppm en 11, 10 y 7 ocasiones, respectivamente, que equivalen a 1.6%, 2.8% y 2.9%, respectivamente, de los datos del mes. En estas mismas estaciones (ITA-DITA, MED-UCES y SAB-INDE) se superó la norma octohoraria de 0.041 ppm en 16, 16 y 2 ocasiones, respectivamente, que equivalen respectivamente al 3.1%, 5.9% y 0.9% de los datos.

En octubre de 2010 las máximas concentraciones horarias de ozono se registraron en la estación MED-UCES (Medellín, Universidad CES Poblado), donde se registró un valor máximo de 0.119 ppm. En las estaciones MED-UCES, ITA-DITA y SAB-INDE se superó la norma horaria de 0.061 ppm en 30, 16 y 7 ocasiones, respectivamente, que equivalen a 5.1%, 2.9% y 0.9%, respectivamente, de los datos del mes. En estas mismas estaciones (MED-UCES, ITA-DITA y SAB-INDE) se superó la norma octohoraria de 0.041 ppm en 63, 22 y 7 ocasiones, respectivamente, que equivalen respectivamente al 14.7%, 5.0% y 1.3% de los datos.

En noviembre de 2010 las máximas concentraciones horarias de ozono se registraron en la estación ITA-DITA (Itagüí, parque Ditaires), donde se registró un valor máximo de 0.070 ppm. En las estaciones ITA-DITA y MED-UCES se superó la norma horaria de 0.061 ppm en 2 y 1 ocasiones, respectivamente, que equivalen a 0.3% y 0.4%, respectivamente, de los datos del mes. La estación SAB-INDE (Sabaneta, Unidad Deportiva INDESA norte) no registro excedencias horarias. Respecto a las concentraciones octohorarias, en ninguna de las tres estaciones se presentaron excedencias de la norma octohoraria, 0.041 ppm.

**Tabla 9. Resumen concentraciones promedio de ozono septiembre octubre 2010, en ppm**

Municipio	Medellín		Sabaneta		Itagüí	
Estación	MED-UCES		SAB-INDE		ITA-DITA	
Código	ME12				IT04	
	Sep	Oct	Sep	Oct	Sep	Oct
Valor máximo 1 hora, en ppm	0,099	0,119	0,113	0,078	0,094	0,085
Valor máximo 8 hora, en ppm	0,075	0,073	0,043	0,047	0,051	0,058
Valor mínimo 1 hora, en ppm	0,001	0,001	0,001	0,002	0,000	0,000
Valor mínimo 8 hora, en ppm	0,002	0,002	0,001	0,003	0,000	0,000
Cantidad Datos 1 hora	354	589	241	744	690	557
Cantidad Datos 8 horas	270	428	210	527	510	440
NVSN1H (Excedencias horarias)	10	30	7	7	11	16
NVSN8H (Excedencias octohorarias)	16	63	2	7	16	22
NVSN1H [%]	2,82	5,09	2,90	0,94	1,59	2,87
NVSN8H [%]	5,93	14,72	0,95	1,33	3,14	5,00

**MED-UCES:** Poblado – Universidad CES (Medellín)

**SAB-INDE:** Unidad INDESA norte, Sabaneta. E Móvil AMVA

**ITA-DITA:** Parque Ditaires (Itagüí)

NVSN1H: Número de Veces que Supera la Norma Horaria Colombiana [0,061 ppm]

NVSN8H: Número de Veces que Supera la Norma Octohoraria Colombiana [0,041ppm]

**Tabla 10. Resumen concentraciones promedio ozono noviembre diciembre 2010, en ppm**

Municipio	Medellín		Sabaneta		Itagüí	
Estación	MED-UCES		SAB-INDE		ITA-DITA	
Código	ME12				IT04	
	Nov	Dic	Nov	Dic	Nov	Dic
Valor máximo 1 hora, en ppm	0,065		0,047		0,070	0,085
Valor máximo 8 hora, en ppm	0,037		0,035		0,039	0,051
Valor mínimo 1 hora, en ppm	0,001		0,003		0,000	0,000
Valor mínimo 8 hora, en ppm	0,001		0,003		0,000	0,000
Cantidad Datos 1 hora	234		655		596	629
Cantidad Datos 8 horas	171		472		449	468
NVSN1H (Excedencias horarias)	1		0		2	9
NVSN8H (Excedencias octohorarias)	0		0		0	8
NVSN1H [%]	0,43		0,00		0,34	1,43
NVSN8H [%]	0,00		0,00		0,00	1,71

**MED-UCES:** Poblado – Universidad CES (Medellín)

**SAB-INDE:** Unidad INDESA norte, Sabaneta. E Móvil AMVA

**ITA-DITA:** Parque Ditaires (Itagüí)

NVSN1H: Número de Veces que Supera la Norma Horaria Colombiana [0,061 ppm]

NVSN8H: Número de Veces que Supera la Norma Octohoraria Colombiana [0,041ppm]

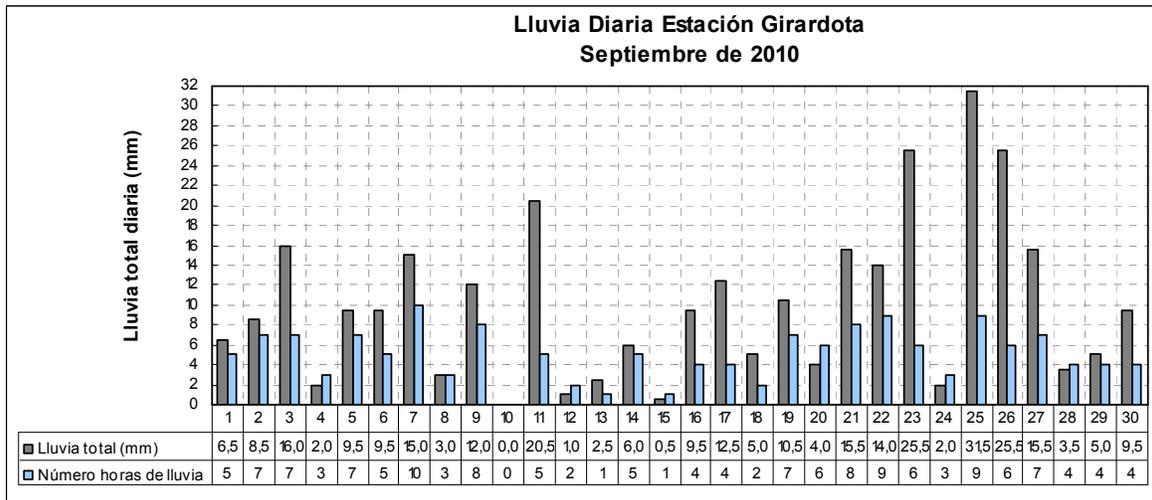
## 2.5 METEOROLOGIA

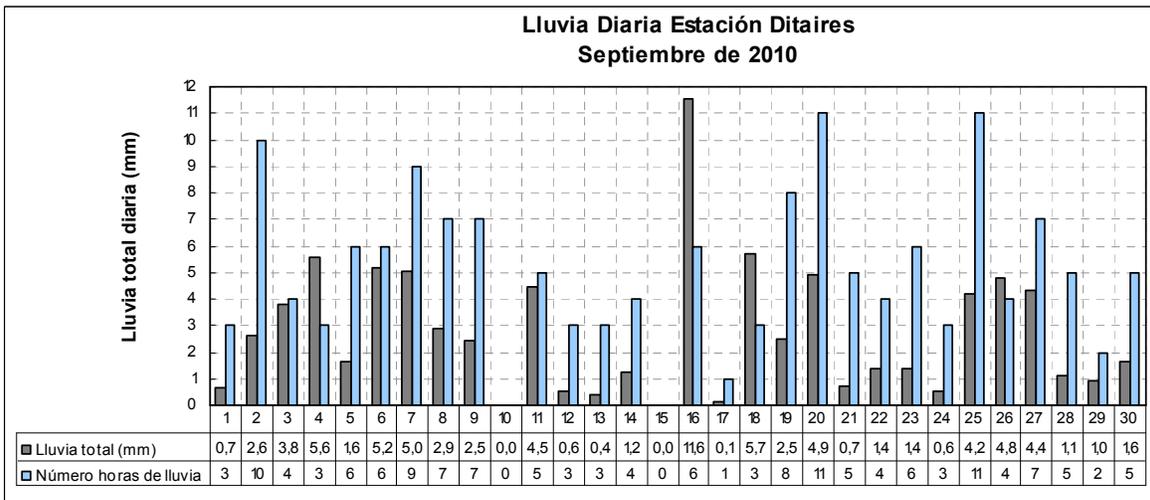
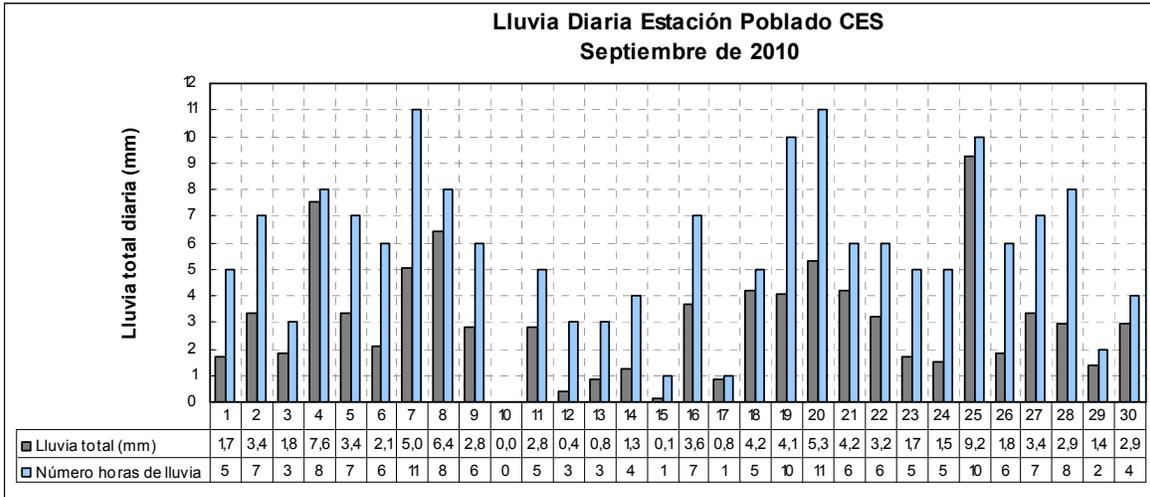
**2.5.1 Precipitación.** En septiembre y octubre de 2010 operaron las estaciones meteorológicas de Girardota, Poblado CES y Ditaires. La estación Politécnico presentó problemas técnicos en algunos sensores y en el datalogger, desde finales de agosto, y por esta razón no se tienen datos.

La gráfica 6 muestra el comportamiento diario de las lluvias y el número de horas de lluvias, en septiembre de 2010. En la gráfica se observa que en septiembre llovió todos los días, excepto el día 10. En la estación Girardota registra más cantidad de lluvias, con respecto a Poblado CES y Ditaires.

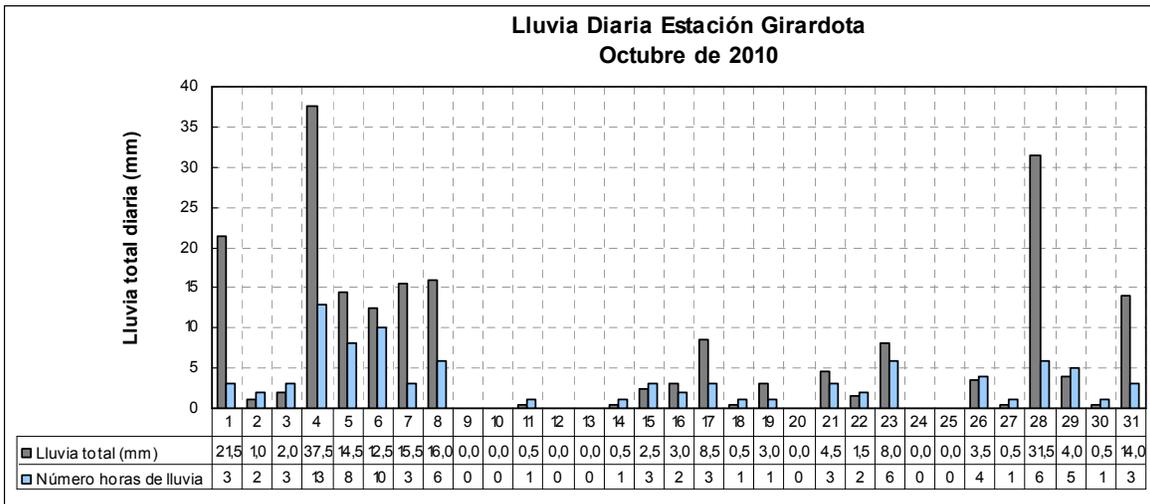
La gráfica 7 muestra el comportamiento diario de las lluvias y el número de horas de lluvias, en octubre de 2010. En octubre se registraron menos lluvias que en septiembre. Se presentaron más días sin lluvias (los días 9 a 13) y la estación Girardota sigue registrando más cantidad de lluvias que las estaciones Poblado CES y Ditaires.

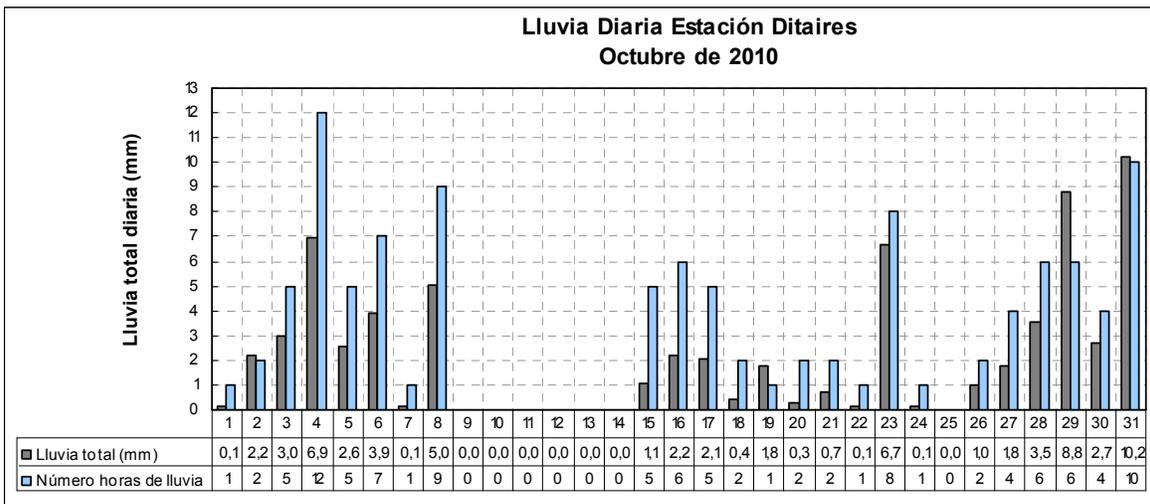
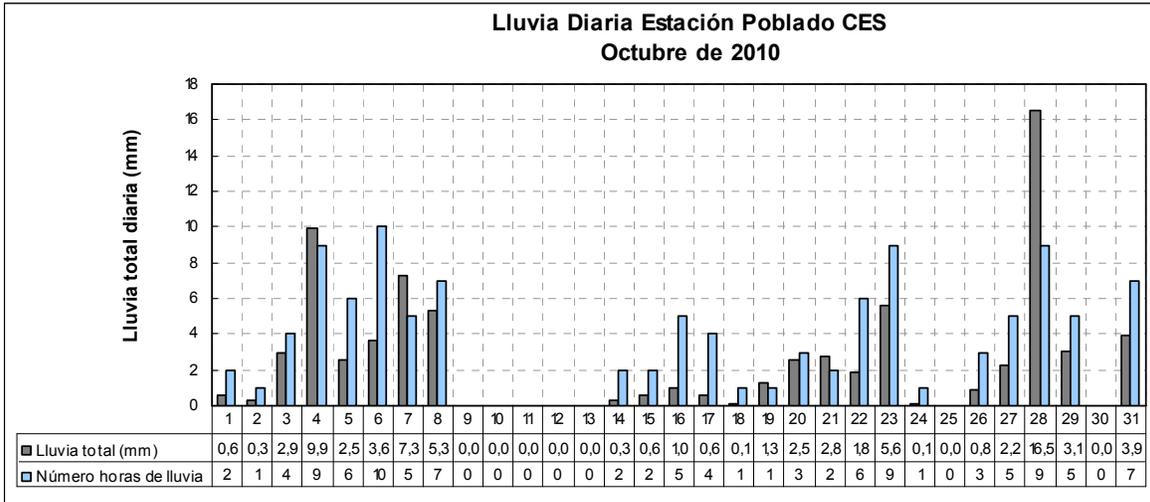
**Gráfica 6. Precipitación diaria en el valle de Aburrá septiembre de 2010**





Gráfica 7. Precipitación diaria en el valle de Aburrá octubre de 2010



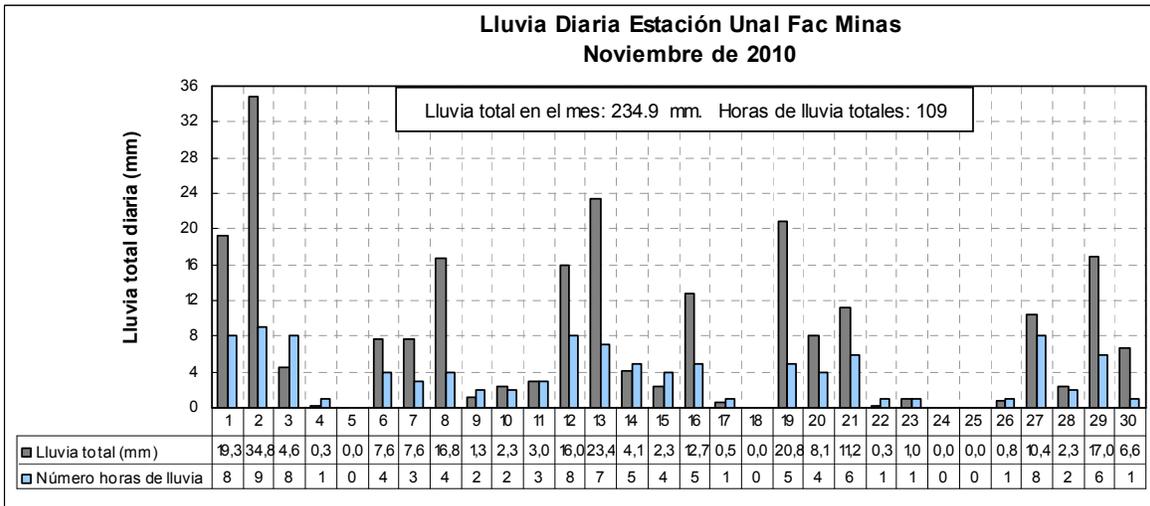
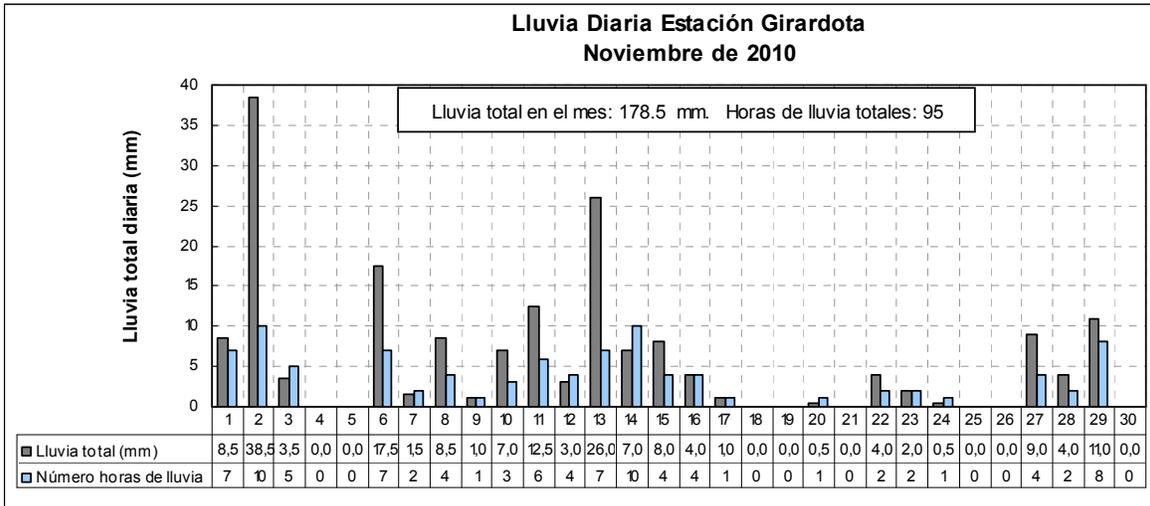


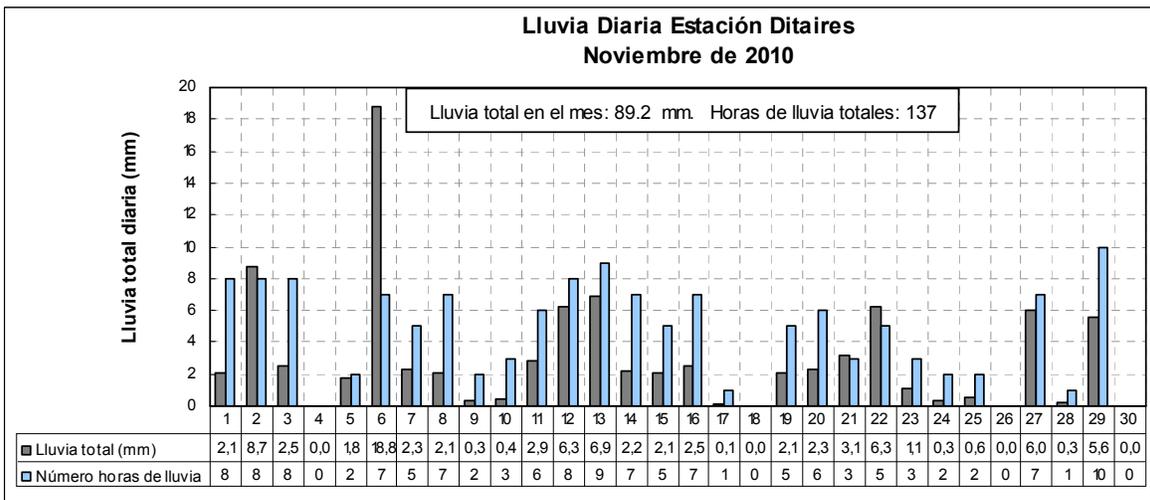
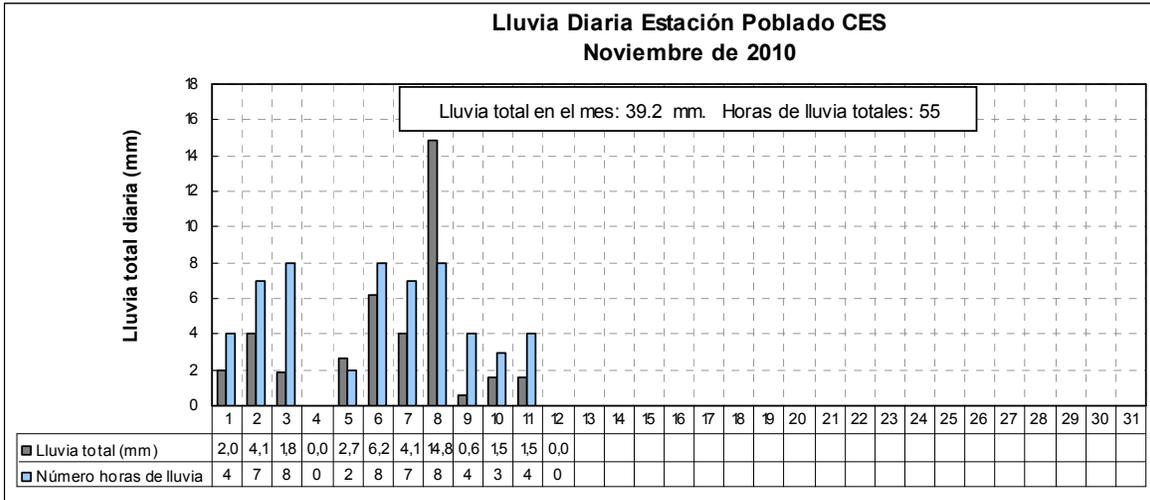
La gráfica 8 muestra el comportamiento diario de las lluvias y el número de horas de lluvias registradas en las estaciones operadas en el Valle de Aburrá en noviembre de 2010.

En la estación Girardota Colegio Colombia (GIR-IECO), en noviembre de 2010. En la gráfica se observa que en noviembre llovió todos los días, excepto los días 04, 05, 18, 19, 21, 25, 26 y 30. Los días más lluviosos fueron el 02 y el 13 de noviembre.

La gráfica 8 muestra el comportamiento diario de las lluvias y el número de horas de lluvias registradas en la estación Universidad Nacional, Facultad de Minas, (MED-UNFM), en noviembre de 2010. En la gráfica se observa que en noviembre de 2010 llovió casi todo el mes (llovió en 26 días del mes). En noviembre de 2010, los días más lluviosos también fueron el 02 y el 13.

Gráfica 8. Precipitación diaria en el valle de Aburrá noviembre de



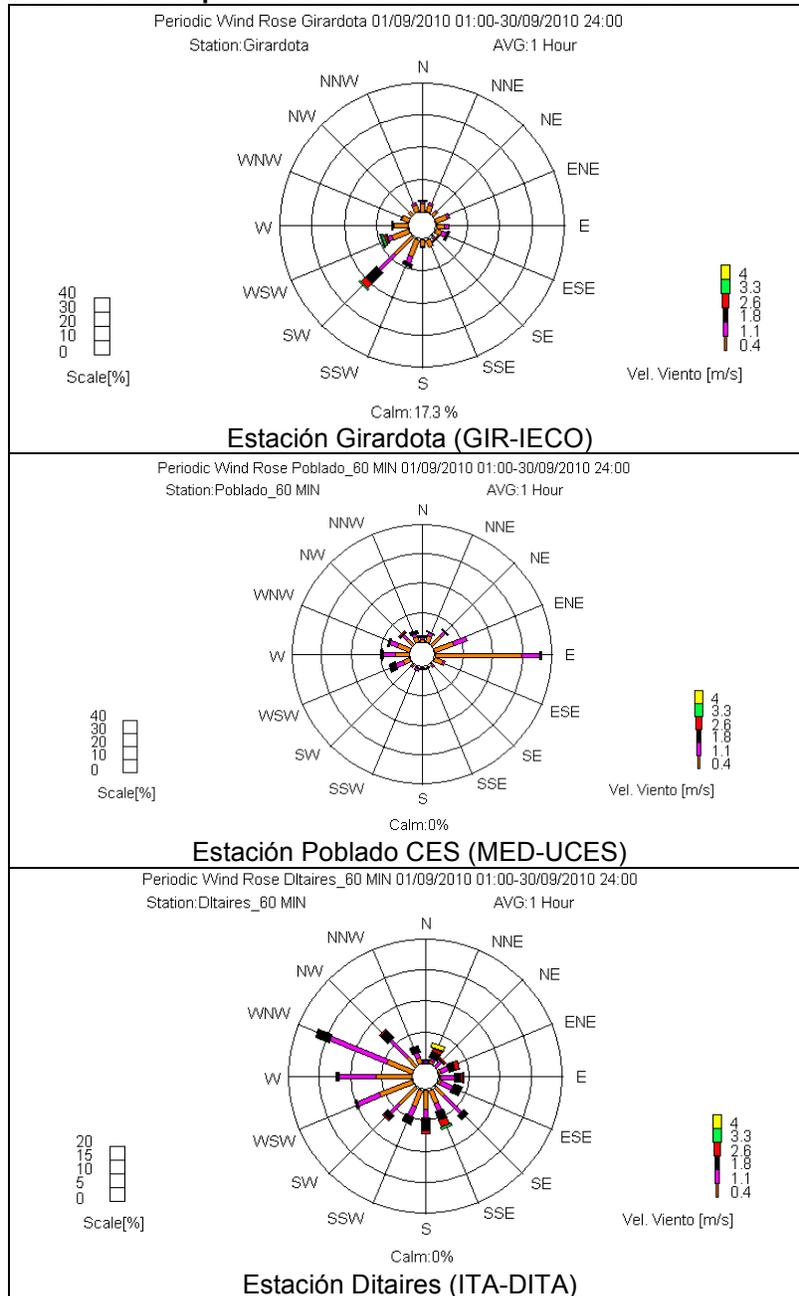


La gráfica 8 muestra el comportamiento diario de las lluvias y el número de horas de lluvias registradas en la estación Poblado CES, (MED-UCES), en noviembre de 2010. Hay que tener presente que las mediciones en el 200 fueron hasta el 12 de noviembre, por el retiro de la estación. En noviembre de 2010, los días más llovisos fueron el 06 y el 08.

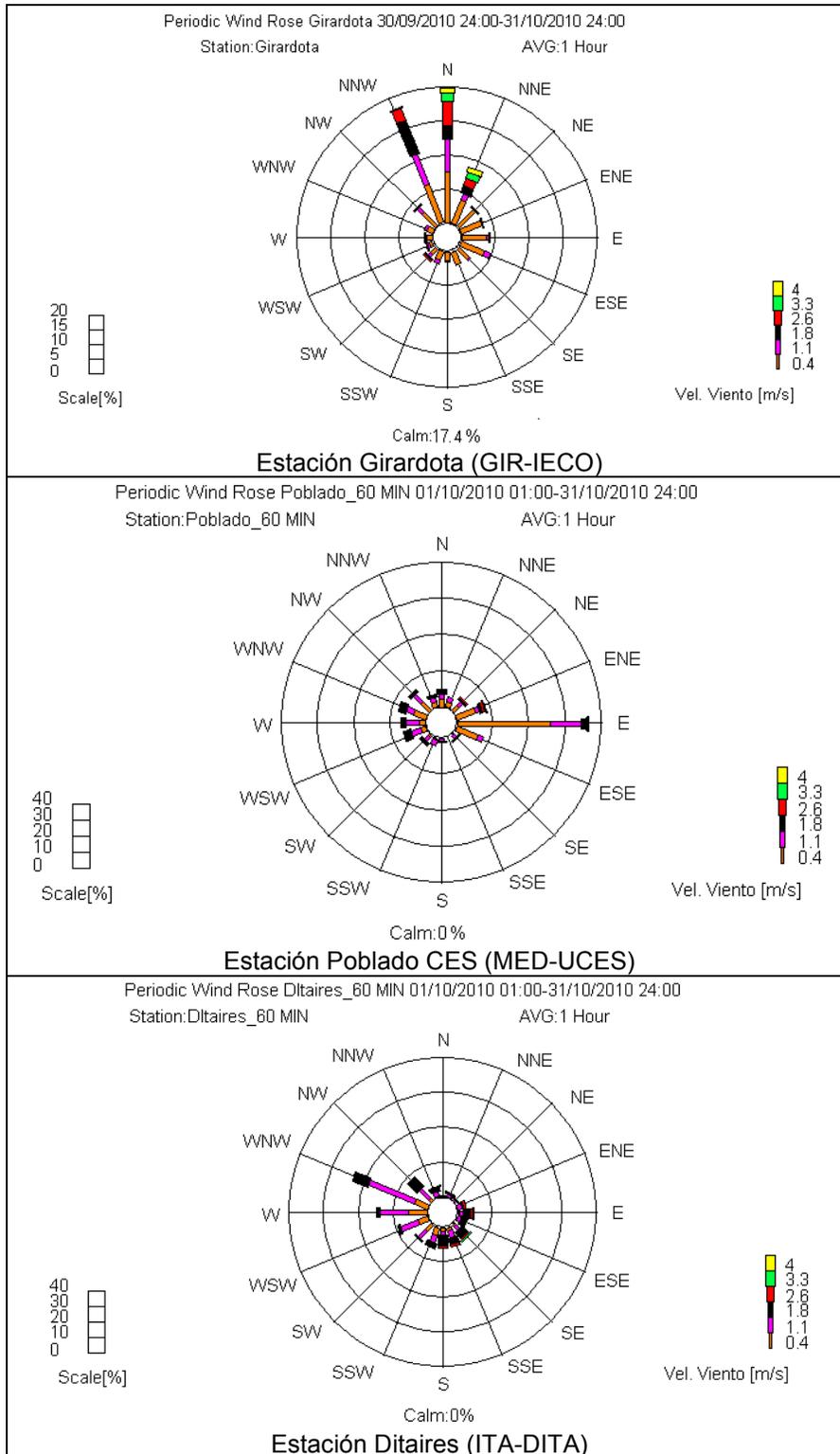
### 2.5.2 Vientos - Rosas de vientos

En la gráfica 9 y 10 se muestra el comportamiento de los vientos registrados en las tres estaciones, Girardota, Poblado CES y Ditaires, en septiembre y octubre de 2010, respectivamente.

**Gráfica 9. Rosas de vientos septiembre de 2010 en el valle de Aburrá**

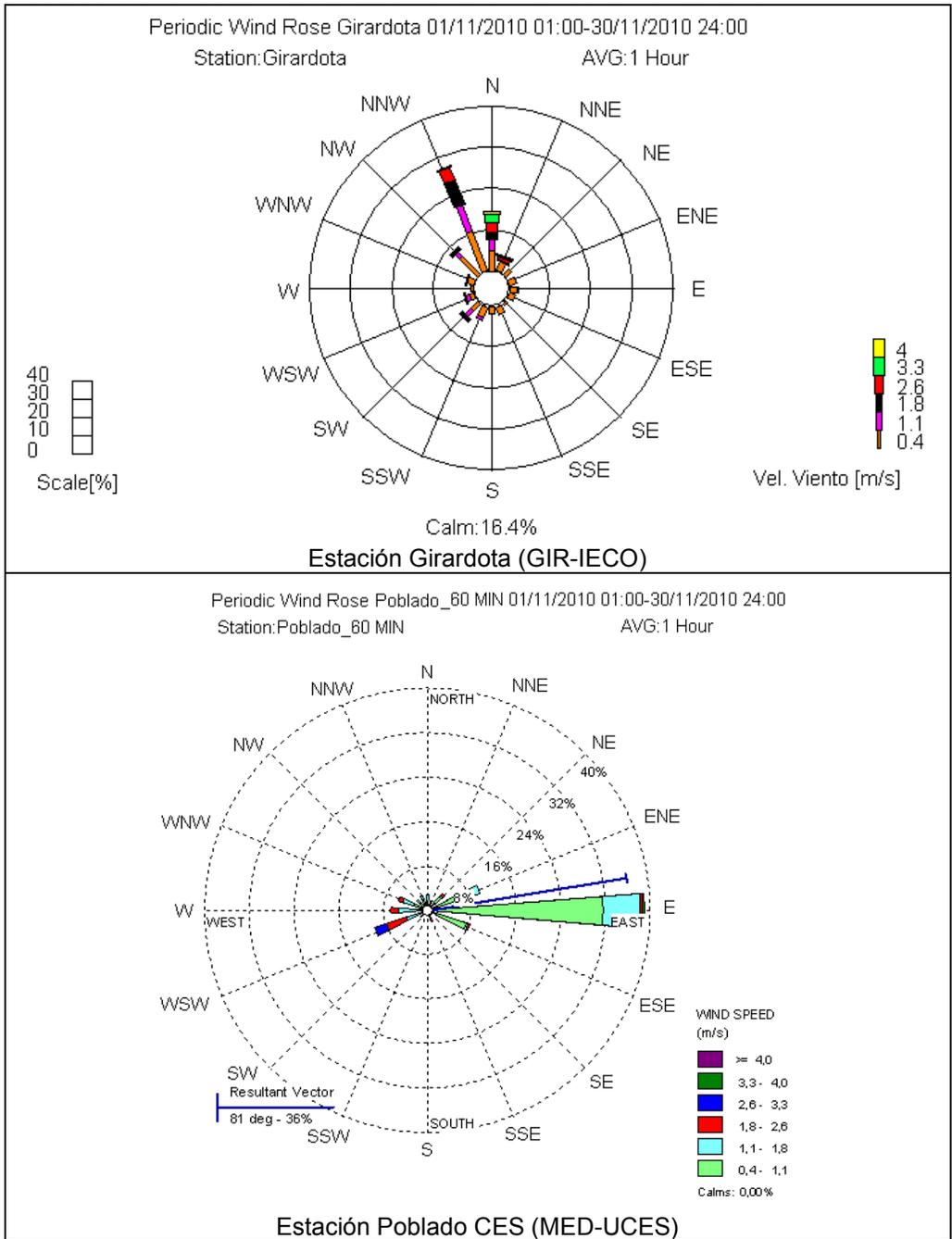


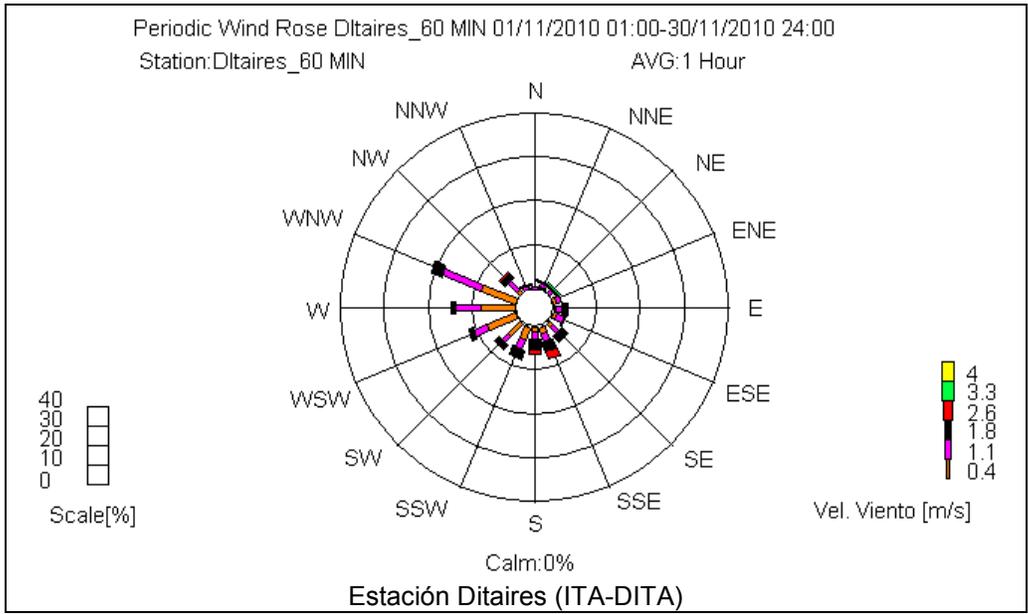
**Gráfica 10. Rosas de vientos octubre de 2010 en el valle de Aburrá**



En la gráfica 11 se muestra el comportamiento de los vientos registrados en las tres estaciones, Girardota, Poblado CES y Ditaires, en noviembre de 2010, respectivamente. Se recuerda que la información de la estación Poblado CES está hasta el 12 de noviembre por el traslado de esta estación.

**Gráfica 11. Rosas de vientos noviembre de 2010 en el valle de Aburrá**



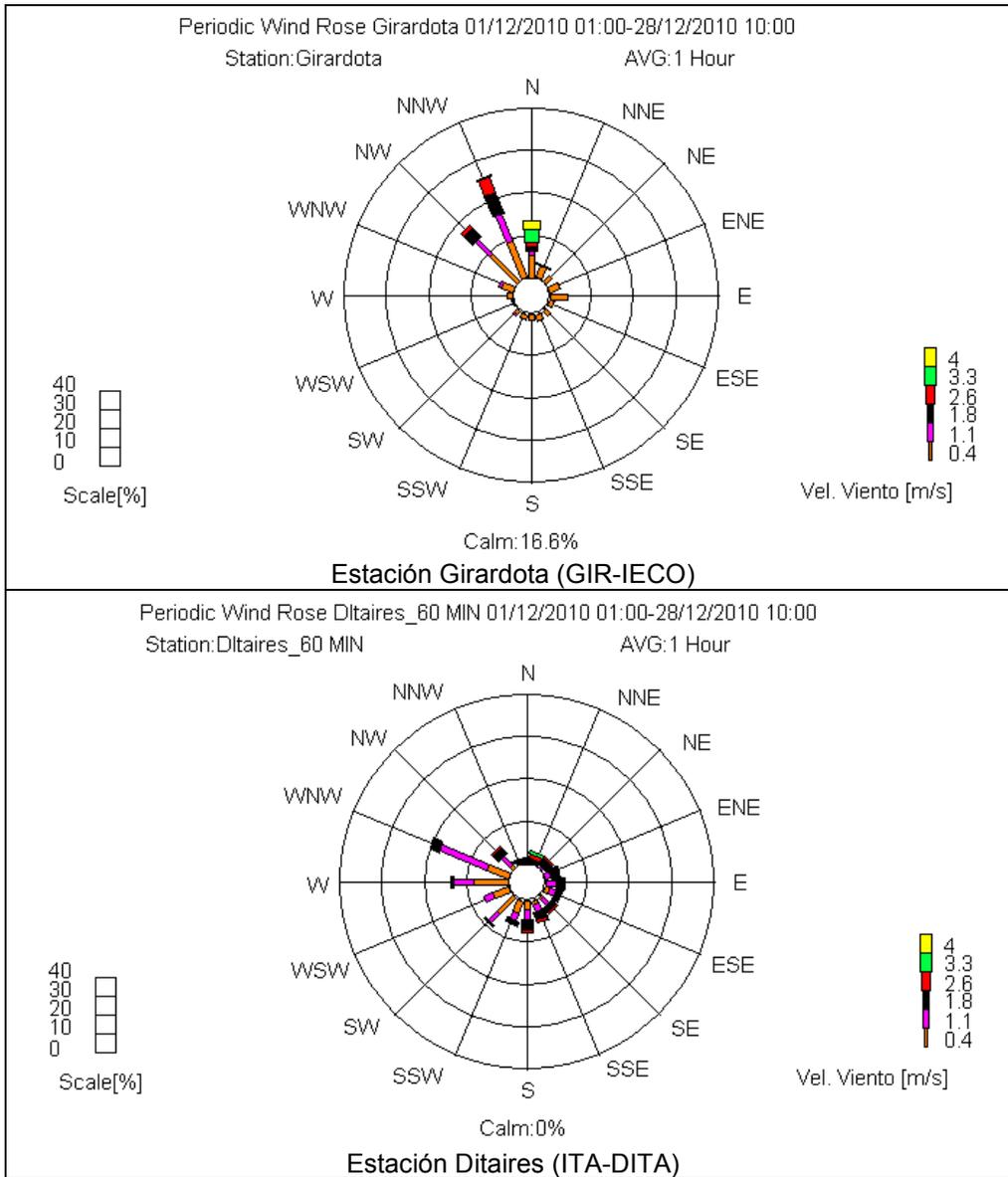


En noviembre el comportamiento de las velocidades del viento en el sector del Colegio Colombia, en el municipio de Girardota, muestran que las velocidades horarias menores a 0.4 metros por segundo, m/s (calmas) fueron del 16.4%. Respecto a la dirección de los vientos, en esta zona se presentan vientos en todas las direcciones pero predomina el viento viene del norte noroeste (NNW) y del norte (N).

En noviembre en la estación Poblado CES predominan los vientos que llegan del este (E) en los dos meses. Respecto a las velocidades en este sitio, todas las velocidades son mayores a 0.4 m/s, es decir, no se presentan “calmas”. Ver gráfica 11.

El comportamiento de las velocidades del viento en el sector del parque Ditaires, en el municipio de Itagüí y en noviembre, muestran que las velocidades horarias son mayores a 0.4 metros por segundo, no hay “calmas”. Respecto a la dirección de los vientos, en esta zona se presentan vientos en todas las direcciones pero predominando los vientos del oeste noroeste (WNW) y oeste (W).

**Gráfica 12. Rosas de vientos diciembre de 2010 en el valle de Aburrá**



En las tablas 11 y 12 se presenta un resumen de las variables meteorológicas en las tres estaciones que operaron en septiembre y octubre de 2010.

**Tabla 11. Resumen de meteorología septiembre de 2010 en el valle de Aburrá**

	Velocidad Viento m/s	Temperatura °C	Humedad Relativa %	Lluvia mm	Radiación Solar W/m <sup>2</sup>	Presión Barométrica mm Hg
<b>Estación Girardota (GIR-IECO)</b>						
Máximo	4,40	28,74	78,70	21,50	939,70	665,46
Promedio	0,93	21,04	71,17	0,42	171,99	660,96
Mínimo	0,00	17,75	67,70	0,00	4,00	649,62
Cantidad datos	710	37	38	720	719	720
Menor a 2.0	636		Total lluvia mes	301,5		
Menor a 2.0 (%)	89,58					
Menor a 0.4	123					
Menor a 0.4 (%)	17,32					
<b>Estación Poblado CES (MED-UCES)</b>						
Máximo	4,40	24,38	96,40	4,76	919,70	624,93
Promedio	1,11	18,77	81,90	0,13	144,70	620,49
Mínimo	0,40	15,52	52,20	0,00	4,00	617,37
Cantidad datos	680	34	35	720	720	720
Menor a 2.0	636		Total lluvia mes	90,0		
Menor a 2.0 (%)	93,53					
Menor a 0.4	0					
Menor a 0.4 (%)	0,00					
<b>Estación Ditaires (ITA-DITA)</b>						
Máximo	5,60	27,95	93,00	5,44	938,40	633,65
Promedio	1,47	19,41	75,76	0,11	159,28	629,02
Mínimo	0,40	14,44	36,50	0,00	7,90	625,68
Cantidad datos	710	720	720	720	720	720
Menor a 2.0	569		Total lluvia mes	82,3		
Menor a 2.0 (%)	80,14					
Menor a 0.4	0					
Menor a 0.4 (%)	0,00					

**Tabla 12. Resumen de meteorología octubre de 2010 en el valle de Aburrá**

	Velocidad Viento m/s	Temperatura °C	Humedad Relativa %	Lluvia mm	Radiación Solar W/m <sup>2</sup>	Presión Barométrica mm Hg
<b>Estación Girardota (GIR-IECO)</b>						
Máximo	4,80	30,16	80,20	18,00	1039,00	663,51
Promedio	1,12	21,11	71,11	0,28	197,93	660,72
Mínimo	0,00	16,48	66,50	0,00	4,00	657,19
Cantidad datos	731	744	744	744	744	744
Menor a 2.0	597		<b>Total lluvia mes</b>	207,0		
Menor a 2.0 (%)	81,67					
Menor a 0.4	127					
Menor a 0.4 (%)	17,37					
<b>Estación Poblado CES (MED-UCES)</b>						
Máximo	4,30	27,72	98,90	6,02	921,40	623,26
Promedio	1,21	19,02	79,37	0,10	148,37	620,29
Mínimo	0,40	13,30	31,50	0,00	4,00	617,20
Cantidad datos	697	744	744	744	744	744
Menor a 2.0	629		<b>Total lluvia mes</b>	75,7		
Menor a 2.0 (%)	90,24					
Menor a 0.4	0					
Menor a 0.4 (%)	0,00					
<b>Estación Ditaires (ITA-DITA)</b>						
Máximo	4,80	28,58	92,50	2,72	842,60	631,92
Promedio	1,57	19,72	73,41	0,09	152,48	628,79
Mínimo	0,50	14,00	29,80	0,00	7,90	625,39
Cantidad datos	735	744	744	744	744	744
Menor a 2.0	574		<b>Total lluvia mes</b>	67,4		
Menor a 2.0 (%)	78,10					
Menor a 0.4	0					
Menor a 0.4 (%)	0,00					

En la tabla 13 y 14 se presenta un resumen de las variables meteorológicas de las estaciones que operaron en noviembre y diciembre de 2010, respectivamente.

**Tabla 13. Resumen de meteorología noviembre de 2010 en el valle de Aburrá**

	Velocidad Viento m/s	Temperatura °C	Humedad Relativa %	Lluvia mm	Radiación Solar W/m <sup>2</sup>	Presión Barométrica mm Hg
<b>Estación Girardota (GIR-IECO)</b>						
Máximo	4,50	29,75	79,70	16,50	1005,90	662,91
Promedio	1,13	20,68	70,68	0,25	180,47	660,28
Mínimo	0,00	16,57	66,60	0,00	4,00	657,02
Cantidad datos	715	720	720	720	720	720
Menor a 2.0	581		Total lluvia mes	178,5		
Menor a 2.0 (%)	81,26					
Menor a 0.4	117					
Menor a 0.4 (%)	16,36					
<b>Estación Poblado CES (MED-UCES)</b>						
Máximo	3,80	26,90	98,10	7,70	820,10	622,20
Promedio	1,09	18,51	83,58	0,14	133,72	619,81
Mínimo	0,50	14,30	40,90	0,00	4,00	616,90
Cantidad datos	271	271	271	271	271	271
Menor a 2.0	245		Total lluvia mes	39,2		
Menor a 2.0 (%)	90,41					
Menor a 0.4	0					
Menor a 0.4 (%)	0,00					
<b>Estación Ditaires (ITA-DITA)</b>						
Máximo	4,50	27,10	92,90	4,49	800,80	631,15
Promedio	1,44	19,18	76,74	0,12	142,92	628,32
Mínimo	0,60	14,80	39,30	0,00	7,50	625,08
Cantidad datos	692	720	720	720	720	720
Menor a 2.0	562		Total lluvia mes	89,2		
Menor a 2.0 (%)	81,21					
Menor a 0.4	0					
Menor a 0.4 (%)	0,00					

**Tabla 14. Resumen de meteorología diciembre de 2010 en el valle de Aburrá**

	Velocidad Viento m/s	Temperatura °C	Humedad Relativa %	Lluvia mm	Radiación Solar W/m <sup>2</sup>	Presión Barométrica mm Hg
<b>Estación Girardota (GIR-IECO)</b>						
Máximo	4,60	28,11	78,10	24,00	941,10	662,57
Promedio	1,19	20,48	70,48	0,24	163,11	660,02
Mínimo	0,00	15,77	65,80	0,00	4,00	657,24
Cantidad datos	656	656	656	656	656	656
Menor a 2.0	530		<b>Total lluvia mes</b>	154,5		
Menor a 2.0 (%)	80,79					
Menor a 0.4	83					
Menor a 0.4 (%)	12,65					
<b>Estación Ditaires (ITA-DITA)</b>						
Máximo	4,40	27,55	91,70	7,75	838,40	630,44
Promedio	1,50	19,24	74,98	0,10	134,26	627,95
Mínimo	0,60	14,89	38,70	0,00	7,50	625,02
Cantidad datos	655	656	656	656	656	656
Menor a 2.0	521		<b>Total lluvia mes</b>	64,3		
Menor a 2.0 (%)	79,54					
Menor a 0.4	0					
Menor a 0.4 (%)	0,00					

## 2.6 INDICE DE CALIDAD DEL AIRE - ICA

En la tabla 15 se muestran las categorías atmosféricas del índice de calidad del aire, ICA, aplicado a los resultados de calidad del aire en el valle de Aburrá, en septiembre de 2010 y en la gráfica 13 se presenta la representación gráfica de la tabla 15 del índice de calidad del aire en cada una de las estaciones.

La gráfica 13 muestra que las categorías atmosféricas del Índice de calidad del Aire en septiembre de 2010 son “*Buenas*” y “*Moderadas*” en todas las estaciones, excepto en las estaciones donde se mide PM2.5, donde aparece la categoría “*Inadecuada*”.

En la tabla 16 se muestran las categorías atmosféricas del índice de calidad del aire, ICA, aplicado a los resultados de calidad del aire en el valle de Aburrá, en octubre de 2010 y en la gráfica 14 se presenta la representación gráfica de la tabla 16 del índice de calidad del aire en cada una de las estaciones.

En octubre de 2010 se tiene un comportamiento muy similar en el ICA, al presentado en septiembre. Es decir, se obtienen categorías “*Buenas*” y “*Moderadas*” en todas las estaciones, excepto en las estaciones donde se mide PM<sub>2.5</sub>, donde aparece adicionalmente la categoría “*Inadecuada*” en un porcentaje inferior al 6%. Ver gráfica 14.

**Tabla 15. Índice de calidad del aire en septiembre de 2010, en número de días**

Estación	Calidad atmosférica							Total
	Buena	Moderada	Inadecuada para grupos sensibles	Poco saludable	Muy poco saludable	Peligrosa	Peligrosa	
BAR-HSVP	5 (100)	0 (0.0)						5 (100)
GIR-IECO	27 (90.0)	3 (10.0)						30 (100)
COP-HSMA	5 (100)	0 (0.0)						5 (100)
BEL-SEPM								
MED-AGUI	19 (63.3)	10 (33.3)	1 (3.3)					30 (100)
MED-EXSA	1 (7.1)	13 (92.9)						14 (100)
MED-UNFM	2 (9.5)	19 (90.5)						21 (100)
MED-CORA	2 (40.0)	3 (60.0)						5 (100)
MED-PJIC	11 (37.9)	16 (55.2)	2 (6.9)					29 (100)
MED-UCES	11 (36.7)	18 (60.0)	1 (3.3)					30 (100)
ITA-PTAR	2 (40.0)	3 (60.0)						5 (100)
ITA-CRSV	5 (29.4)	12 (70.6)						17 (100)
ITA-DITA	3 (10.0)	26 (86.7)	1 (3.3)					30 (100)
SAB-CAM	4 (80.0)	1 (20.0)						5 (100)
SAB-INDE	19 (63.3)	11 (36.7)						30 (100)
EST-CAM	4 (80.0)	1 (20.0)						5 (100)
CAL-PMER	5 (35.7)	9 (64.3)						14 (100)

Nota: El número que está entre paréntesis indica el porcentaje del número de días de la calidad atmosférica.

En la tabla 17 se muestran las categorías atmosféricas del índice de calidad del aire, ICA, aplicado a los resultados de calidad del aire en el valle de Aburrá, en noviembre de 2010 y en la gráfica 15 se presenta la representación gráfica de la tabla 17 del índice de calidad del aire en cada una de las estaciones.

La gráfica 15 muestra que las categorías atmosféricas del Índice de calidad del Aire en noviembre de 2010 son “*Buenas*” y “*Moderadas*” en todas las estaciones, excepto en la estación Miguel de Aguinaga (MED-AGUI) donde aparece la categoría “*Inadecuada*”.

**Tabla 16. Índice de calidad del aire en octubre de 2010, en número de días**

Estación	Calidad atmosférica							Total
	Buena	Moderada	Inadecuada para grupos sensibles	Poco saludable	Muy poco saludable	Peligrosa	Peligrosa	
BAR-HSVP	10 (100)	0 (0.0)						10 (100)
GIR-IECO	29 (93.5)	2 (6.5)						31 (100)
COP-HSMA	10 (100)	0 (0.0)						10 (100)
BEL-SEPM	16 (66.7)	8 (33.3)						24 (100)
MED-AGUI	16 (51.6)	13 (41.9)	2 (6.5)					31 (100)
MED-EXSA	6 (19.4)	25 (80.6)						31 (100)
MED-UNFM	0 (0.0)	13 (100)						13 (100)
MED-CORA	6 (66.7)	3 (33.3)						9 (100)
MED-PJIC	1 (3.2)	28 (90.3)	2 (6.5)					31 (100)
MED-UCES	2 (6.5)	27 (87.1)	2 (6.5)					31 (100)
ITA-PTAR	5 (83.3)	1 (16.7)						6 (100)
ITA-CRSV	9 (42.9)	12 (57.1)						21 (100)
ITA-DITA	1 (3.2)	29 (93.5)	1 (3.2)					31 (100)
SAB-CAM	9 (90.0)	1 (10.0)						10 (100)
SAB-INDE	8 (25.8)	23 (74.2)						31 (100)
EST-CAM	10 (100)	0 (0.0)						10 (100)
CAL-PMER	8 (34.8)	15 (65.2)						23 (100)

Nota: El número que está entre paréntesis indica el porcentaje del número de días de la calidad atmosférica.

En la tabla 18 se muestran las categorías atmosféricas del índice de calidad del aire, ICA, aplicado a los resultados de calidad del aire en el valle de Aburrá, en diciembre de 2010 y en la gráfica 16 se presenta la representación gráfica de la tabla 18 del índice de calidad del aire en cada una de las estaciones.

La gráfica 16 muestra que las categorías atmosféricas del Índice de calidad del Aire en noviembre de 2010 son “*Buenas*” y “*Moderadas*” en todas las estaciones, excepto en la estación Miguel de Aquinaga (MED-AGUI) donde aparece la categoría “*Inadecuada*”.

**Tabla 17. Índice de calidad del aire en noviembre de 2010, en número de días**

Estación	Calidad atmosférica							
	Buena	Moderada	Inadecuada para grupos sensibles	Poco saludable	Muy poco saludable	Peligrosa	Peligrosa	Total
BAR-HSVP	10 (100)	0 (0.0)						10 (100)
GIR-IECO	28 (93.3)	2 (6.7)						30 (100)
COP-HSMA	10 (100)	0 (0.0)						10 (100)
BEL-SEPM	17 (60.7)	11 (39.3)						28 (100)
MED-AGUI	0 (0.0)	23 (76.7)	7 (23.3)					30 (100)
MED-EXSA	10 (33.3)	20 (66.7)						30 (100)
MED-UNFM	1 (7.1)	13 (92.9)						14 (100)
MED-CORA	7 (70.0)	3 (30.0)						10 (100)
MED-PJIC	7 (24.1)	22 (75.9)						29 (100)
MED-UCES	0 (0.0)	11 (100.0)						11 (100)
ITA-PTAR	10 (100)	0 (0.0)						10 (100)
ITA-CRSV	16 (55.2)	13 (44.8)						29 (100)
ITA-DITA	7 (23.3)	23 (76.7)						30 (100)
SAB-CAM	7 (87.5)	1 (12.5)						8 (100)
SAB-INDE	20 (66.7)	10 (33.3)						30 (100)
EST-CAM	9 (90.0)	1 (10.0)						10 (100)
CAL-PMER	13 (44.8)	16 (55.2)						29 (100)

Nota: El número que está entre paréntesis indica el porcentaje del número de días de la calidad atmosférica.

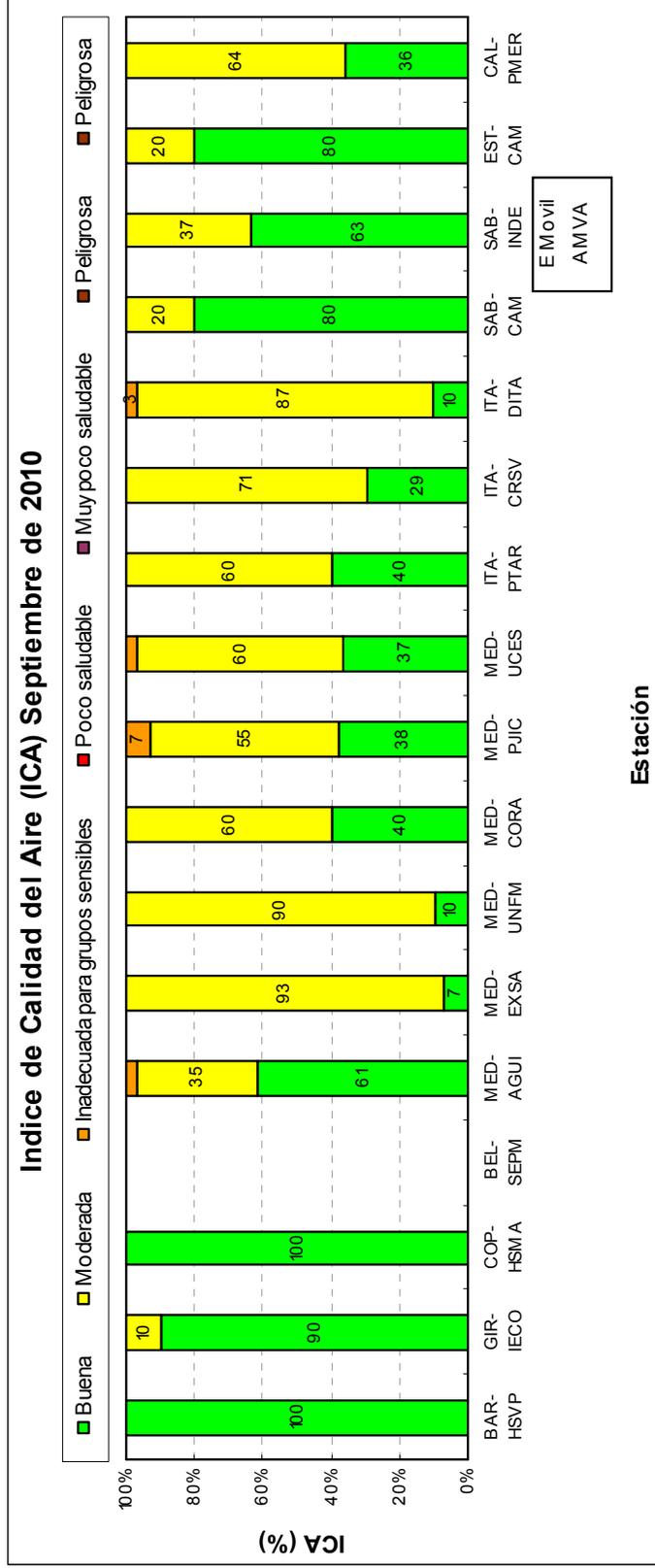
**Tabla 18. Índice de calidad del aire en diciembre de 2010, en número de días**

Estación	Calidad atmosférica							Total
	Buena	Moderada	Inadecuada para grupos sensibles	Poco saludable	Muy poco saludable	Peligrosa	Peligrosa	
BAR-HSVP	9 (100)	0 (0.0)						9 (100)
GIR-IECO	26 (96.3)	1 (3.7)						27 (100)
COP-HSMA	8 (88.9)	1 (11.1)						9 (100)
BEL-SEPM	15 (57.7)	11 (42.3)						26 (100)
MED-AGUI	0 (0.0)	18 (66.7)	9 (33.3)					27 (100)
MED-EXSA	9 (33.3)	18 (66.7)						27 (100)
MED-UNFM	2 (14.3)	12 (85.7)						14 (100)
MED-CORA	5 (55.6)	4 (44.4)						9 (100)
MED-PJIC	0 (0.0)	23 (100)						23 (100)
ITA-PTAR	5 (55.6)	4 (44.6)						9 (100)
ITA-CRSV	10 (40.0)	15 (60.0)						25 (100)
ITA-DITA	1 (3.7)	26 (96.3)						27 (100)
SAB-CAM	7 (77.8)	2 (22.2)						9 (100)
SAB-INDE								
EST-CAM	9 (100)	0 (0.0)						9 (100)
CAL-PMER	7 (26.9)	19 (73.1)						26 (100)

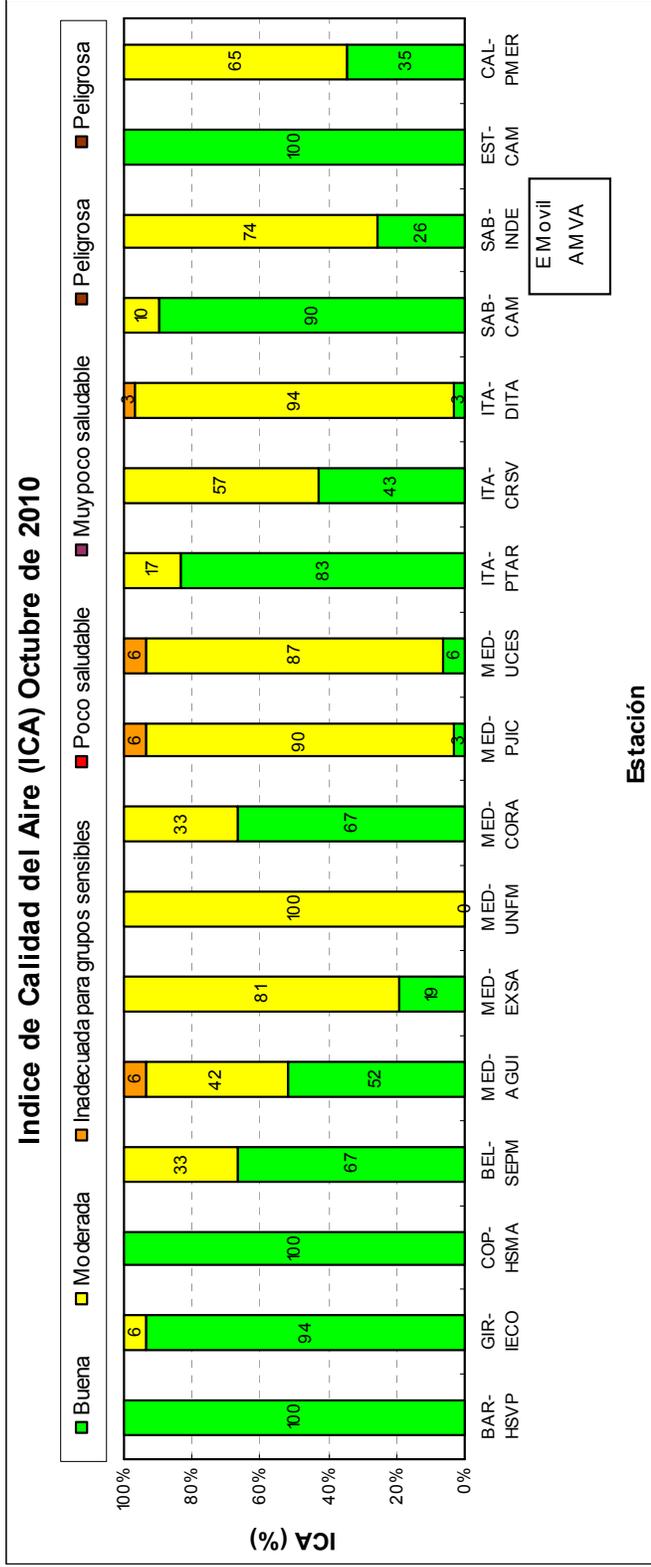
Nota: El número que está entre paréntesis indica el porcentaje del número de días de la calidad atmosférica.

En el anexo B se presenta la fundamentación teórica de este ICA y un documento de cálculo.

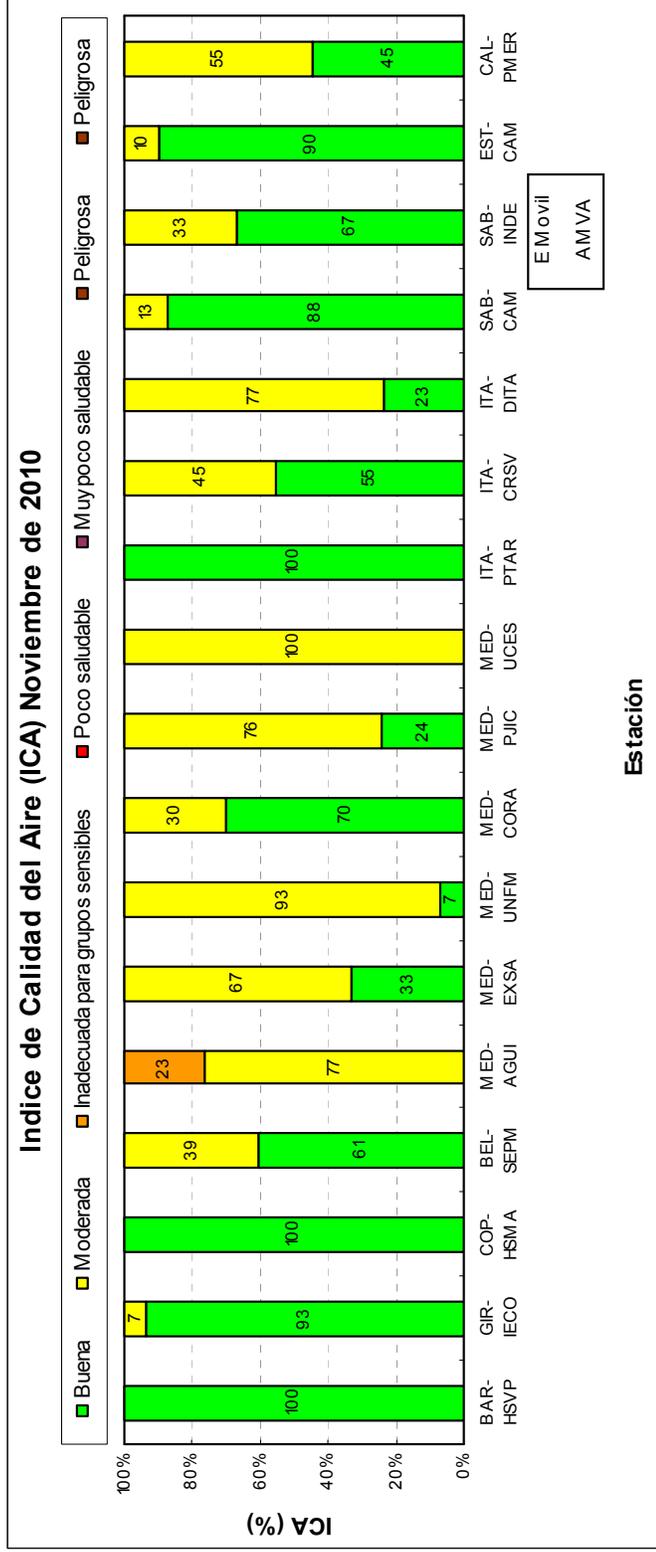
Gráfica 13. Índice de calidad del aire en el Valle de Aburrá, septiembre de 2010, en porcentaje



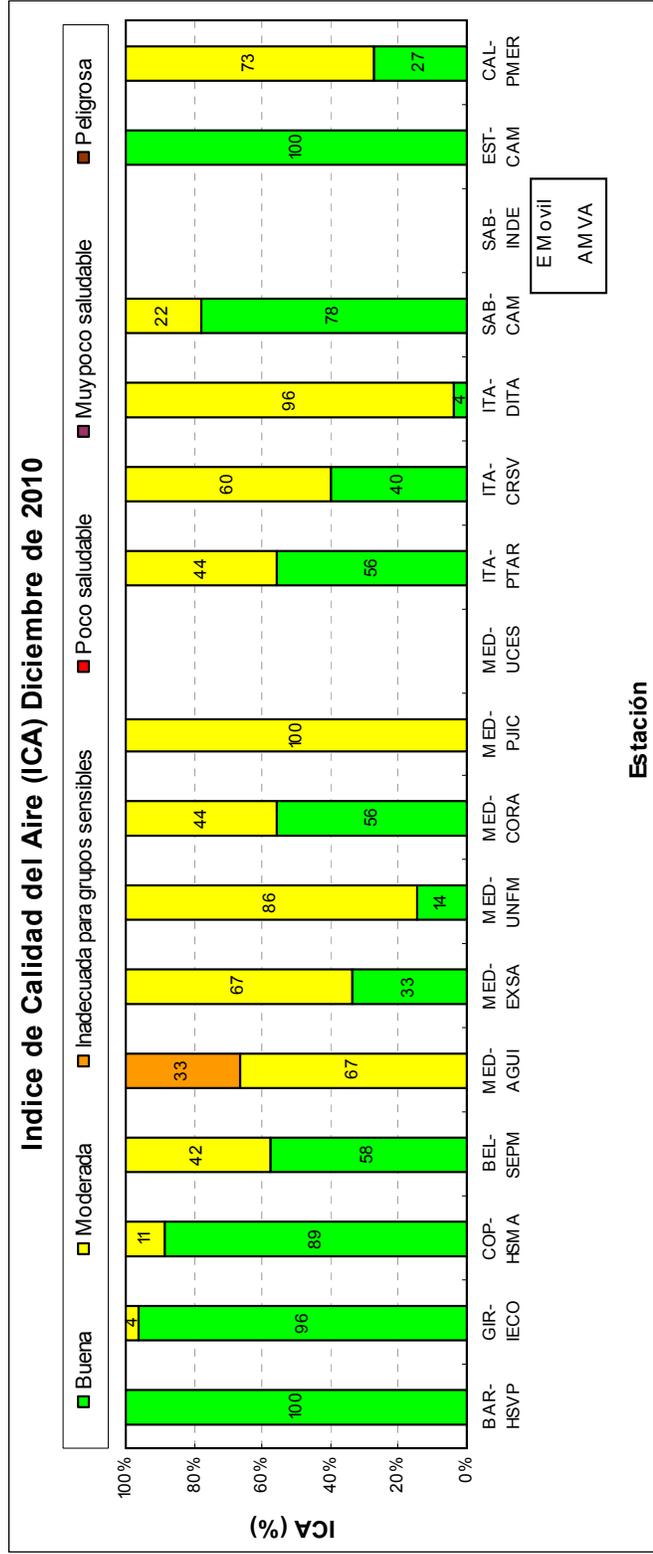
Gráfica 14. Índice de calidad del aire en el Valle de Aburrá, octubre de 2010, en porcentaje



Gráfica 15. Índice de calidad del aire en el Valle de Aburrá, noviembre de 2010, en porcentaje



Gráfica 16. Índice de calidad del aire en el Valle de Aburrá, diciembre de 2010, en porcentaje



### 3. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

El Sistema de Gestión de la Calidad de la Red de Monitoreo, logró en el periodo comprendido desde el 15 de septiembre a 31 de diciembre de 2010, consolidar la documentación existente dando continuidad al trabajo realizado, detectando además a partir de los requerimientos de la norma (NCT GP 1000:2009 y NTC ISO/IEC 17025) cuáles son las acciones a desarrollar en el 2011 para lograr la acreditación.

Las actividades rutinarias de la coordinación de calidad, han sido descritas en los informes parciales, más en el presente informe, son presentadas de forma compilada incluyendo además la charla de socialización realizada el día 16 de diciembre en las instalaciones del Área Metropolitana con el fin de dar a conocer el estado y avance del Sistema de Gestión. En esta oportunidad, se mostró la estructura documental del sistema donde el Manual de Calidad juega un papel clave para la descripción total del mismo; éste se ha venido actualizando de acuerdo a los requerimientos propios de los procesos de la Red. Posteriormente se encuentran el “Manual Para la gestión de Riesgos y Plan de Contingencia” y el “Manual de Perfiles de Cargo”, luego los “Procedimientos - Instructivos - Formatos” que describen la forma de realizar las actividades propias del proceso “Mantenimiento y Calibración” y “Toma de muestras y medición directa en campo”; encontrando finalmente los Registros, como el soporte y evidencia de las actividades ejecutadas.

#### 3.1 MANUAL DE CALIDAD

Uno de los aspectos que se dieron a conocer con el personal de Área Metropolitana y que surgen a partir de una inquietud planteada por la Interventora, es la revisión y aprobación documental del sistema que debe ser descrita en el Manual de Calidad y/o donde aplique dentro de la Red de Monitoreo, a fin de tener coherencia con el requerimiento de la norma NTC GP1000:2009 según el numeral 4.2.3 literales a y b.

De acuerdo a esto, se expresó que El subdirector Ambiental y el Jefe de Gestión Social y Ambiental quienes estaban determinados para aprobar y revisar la documentación respectivamente, debían ser reemplazados teniendo en cuenta además que este segundo cargo ya no existe dentro del Área Metropolitana. Se establece para la revisión y aprobación documental lo descrito en el Acta de la Reunión, sin embargo, se considera aún que este aspecto tiene un vacío en cuanto a su determinación en el Sistema de Gestión de la Calidad propio del Área Metropolitana, pues desde el procedimiento control de documentos de origen interno P-GCM-01, no se tiene establecido estas actividades para el SGC de la Red de Monitoreo, no permitiendo el control de la documentación de manera integral.

Así mismo, se planteó que para la codificación de la Red, no se continuará asignando una **R** posterior al proceso (por ejemplo P-GAA-**R**01), con el propósito de evitar confusiones y ser más explícitos al mencionar la variable aire monitoreada por la Red; es por ello que se decidió poner las siglas **RAI** (por **R**ed de **A**ire). Posteriormente se realizó una evaluación interna de estas siglas y se sugirió al Coordinador de Calidad del Área, la viabilidad de utilizar las siglas **RCA** (que corresponden a **R**ed de **C**alidad de **A**ire), sin embargo se

recibió respuesta que este cambio, y en general la identificación de la codificación, no se puede efectuar hasta que no se haga integral con los demás sistemas que puedan existir, por ello no se implementa en la Red hasta estructurar y documentar correctamente el control documental del Área Metropolitana con respecto a este sistema de gestión de la calidad, así haya quedado descrito como compromiso en el Acta de la Reunión. Anexo C. Comunicaciones SGC.

Finalmente, teniendo en consideración los cambios que surgieron a partir de la reunión del 16 de diciembre, no es viable la entrega total del Manual de Calidad a fin de organizarlos adecuadamente y no generar demasiado trámite y archivo de documentación injustificadamente.

### **3.2 MANUAL PARA LA GESTION DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIA. CUARTO TRIMESTRE DE 2010.**

Con el fin de monitorear los riesgos y verificar la efectividad del Plan de Contingencia, las estrategias y los sistemas de administración de riesgos que mejoren la implementación de los controles; se describe a continuación el informe de revisión y actualización del plan de contingencia donde se comprobó la pertinencia de la metodología descrita para la identificación, valoración y evaluación del riesgo; no encontrando modificaciones en los riesgos detectados, pero sí en el Plan de Contingencia debido a los cambios de personal dentro del Área Metropolitana y la reestructuración del organigrama de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire. Así mismo, se realiza una adecuación de contenido dentro del numeral 3.1 del manual donde se hace referencia a todas las tablas de identificación del riesgo, de igual forma, en el numeral 4 se corrige la referencia de la *Tabla 7* a la *Tabla 9* que es la correcta.

A continuación se enuncian los cambios en el Plan de Contingencia de acuerdo a cada riesgo, teniendo en cuenta que se modifica la redacción que describe el Riesgo 3 según las recomendaciones recibidas en la reunión de socialización del sistema.

#### **3.2.1. Riesgo 1. Suspensión de funcionamiento de la Red de Monitoreo.**

Con el fin de que la información necesaria para comunicar cualquier suspensión de la Red sea eficiente por parte del Interventor, el contacto del Subdirector Ambiental y del Director del Área Metropolitana del Valle de Aburrá se actualiza; detallado a continuación en la Tabla 19.

**Tabla 19. Personal a informar en el Riesgo 1.**

CARGO	NOMBRE	PRIORIDAD DE LLAMADA	TELEFONO FIJO	CORREO ELECTRÓNICO
Subdirector Ambiental	Alejandro González Valencia	1	385 60 00 Ext 403	alejandro.gonzalez@metropol.gov.co
Director	Mauricio Faciolince Prada	2	385 60 00 Ext 703	mauricio.faciolince@metropol.gov.co

### 3.2.2. Riesgo 2. Suspensión de funcionamiento en una estación(s) o equipos de la Red de Monitoreo.

A este riesgo se le incluyen factores externos que no estaban contemplados en las causas, como lo son los desastres naturales y los robos de equipos o partes. En caso de ocurrir la suspensión de funcionamiento en una estación, se actualizan los datos de acuerdo a las estaciones existentes en la Red de Monitoreo que se encuentran activas actualmente, descritas en la Tabla 20 y Tabla 21.

**Tabla 20. Personal a informar en el Riesgo 2.**

CARGO	NOMBRE	PRIORIDAD DE LLAMADA	TELEFONO FIJO	CELULAR	CORREO ELECTRÓNICO
Depende de estación (*)	Persona Contacto	1	Depende de estación (*)	Depende de estación (*)	Depende de estación (*)
Director Operativo	Carmen Elena Zapata S.	2	430 95 70	300 615 90 81	cezapata@unal.edu.co
Interventor	Gloria E. Ramírez Casas	3	385 60 00 Ext. 419	320 633 92 53	gloria.ramirez@metropol.gov.co

(\*) En la Tabla 20 se muestra la información actualizada por los profesionales de campo con el propósito de detallar los nombres y/o cargos de las personas a contactar en cada estación de monitoreo. Se excluyen las estaciones ubicadas en la Universidad de Antioquia, la Universidad Pontificia Bolivariana y Universidad de Medellín, por otra parte se incluye la estación MED-POBL ubicada en la empresa de Interconexión Eléctrica E.S.P S.A, la cual por adecuación de terreno no ha comenzado a monitorear, sin embargo se hace necesario tener la información de contacto. También, se decide registrar en el campo "ESTACION" el lugar donde se encuentra ubicada, así como también incluir una columna para registrar la sigla facilitando la lectura y el manejo de la información.

Tabla 21. Personal a informar en el Riesgo 2, en las estaciones de monitoreo.

ESTACIÓN	SIGLA	DIRECCIÓN	MUNICIPIO	CONTACTO	TEL FIJO
Hospital San Vicente de Paúl	BAR-HSVP	Carrera 17 # 10-34	Barbosa	Robinson Hernández Duque	406 58 43 406 13 41
Subestación energía EPM	BEL-SEPM	Avenida 32 No 49A-44	Bello	Elías Alberto Gañan Builes	380 83 93
Plaza de Mercado de Caldas, COPERPLAZA	CAL-PMER	Calle 130 Sur # 48-22	Caldas	Mario Elián Villegas	3037454
Hospital Santa Margarita	COP-HSMA	Carrera 45 # 52-26	Copacabana	Dr. Paulo Gutiérrez	274 02 03 ext. 1119
Institución Educativa Colombia	GIR-IECO	Calle 5A No. 14A-62	Girardota	Licenciada Nelly Vidal Palacios, Rectora	405 27 20 405 27 21 289 03 38
Colegio El Rosario Sociedad San Vicente Paúl	ITA-CRSV	Calle 52 No. 48-12	Itagüí	Valentín Sossa (Rector) - Antonio Franco (Administrador)	Rectoría: 277 93 49 Secretaría: 277 10 19
Parque Ditaires	ITA-DITA	Calle 36 No. 59-69	Itagüí	Carlos Mario Gil	317 649 4597
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Fernando	ITA-PTAR	Calle 85B # 42-380	Itagüí	Ing. Gustavo Ignacio García Montoya Ing. Carlos Mario Montoya Tabares	380 14 05 Secretaría: 380 14 00 380 14 46
Centro Administrativo Municipal La Estrella	EST-CAME	Calle 80 Sur # 58-78	La Estrella	Lina María Atehortua - Nancy Mesa Londoño	309 26 87 Ext. 150 - 101
Edificio Miguel de Aguinaga	MED-AGUI	Calle 53 # 52-16	Medellín	María Teresa Peláez (Contraloría General de la Nación) Guillermo Ramírez (Ingeniero EPM)	380 50 48 300 488 72 93
Corantioquia	MED-CORA	Carrera 65 No.44A - 32	Medellín	Ing. Patricia Elena Ossa Velásquez	493 88 88 Ext. 1298
Éxito de San Antonio	MED-EXSA	Calle 48 # 46 - 115	Medellín	Jairo Andrés Vélez Zapata	251 00 10
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	MED-PJIC	Carrera 48 # 7-151	Medellín	Miryam Gómez Marín	319 79 48
Interconexión Eléctrica E.S.P - S.A	MED-POBL	Calle 12 Sur No. 18 - 168	Medellín	Marta Rubi Falla González	315 74 84 325 22 70
Universidad Nacional	MED-UNFM	Calle 65 No. 78-28	Medellín	Carmen Elena Zapata Sánchez	430 95 70 425 51 08
Centro Administrativo Municipal Sabaneta	SAB-CAMS	Carrera 45 # 68 Sur-61	Sabaneta	Ing. Claudia Escobar (Secretaría del Medio Ambiente)	376 20 60 288 25 93
Estación Móvil	E-MOVIL	N/A	N/A	Carmen Elena Zapata Sánchez	430 95 70 425 51 08

### 3.2.3. Riesgo 3. Ausencia de Calidad de los datos en el análisis y determinación de contaminantes.

La persona encargada de Coordinar la Gestión Operativa y Administrativa de la Red es responsable de notificar a las personas que se presentan en la Tabla 22, si el laboratorio contratado para el análisis de las muestras se encuentra debidamente acreditado en este tipo de pruebas.

**Tabla 22. Personal a informar en el Riesgo 3.**

CARGO	NOMBRE	PRIORIDAD DE LLAMADA	TELEFONO FIJO	CELULAR	CORREO ELECTRÓNICO
Interventora	Gloria E. Ramírez Casas	1	385 60 00 Ext. 419	320 633 92 53	gloria.ramirez@metropol.gov.co

### 3.2.4. Riesgo 4. Transmisión Inadecuada de los datos.

La entidad encargada de tener actualizada la información en la Web, es responsable de notificar a las personas que se presentan en la Tabla 23, del incumplimiento de la actualización.

**Tabla 23. Personal a informar en el Riesgo 4.**

CARGO	NOMBRE	PRIORIDAD DE LLAMADA	TELEFONO FIJO	CELULAR	CORREO ELECTRÓNICO
Interventora	Gloria E. Ramírez Casas	2	385 60 00 Ext. 419	320 633 92 53	gloria.ramirez@metropol.gov.co
Directora Operativa	Carmen Elena Zapata S.	1	430 95 70	300 615 90 81	cezapata@unal.edu.co
Subdirector Ambiental	Alejandro González Valencia	3	385 60 00 Ext 403	N/A	alejandro.gonzalez@metropol.gov.co
Director	Mauricio Faciolince Prada	4	385 60 00 Ext 703	N/A	mauricio.faciolince@metropol.gov.co

Finalmente se corrobora con el personal de la Red de Monitoreo, el correcto funcionamiento del disco extraíble del computador ubicado en las instalaciones de la

Universidad Nacional que contiene información de todas las estaciones de la Red de Calidad del Aire, verificando la existencia de las copias de seguridad de la información.

**Nota:** Con el actual informe se evidencian los cambios realizados dentro del “Manual para gestión de Riesgos y Plan de Contingencia” M-GAA-R03, además se lleva el control de esta actividad de actualización según se describe en la tabla de contenido del mismo.

### **3.3 MANUAL DE PERFILES DE CARGO**

El Sistema de gestión de la calidad mantiene actualizado el M-GAA-R02 “Manual de Perfiles de Cargos” para la Red de monitoreo donde se identifican las competencias mínimas de educación, formación, habilidades y experiencia apropiadas para cada cargo, de acuerdo al protocolo del IDEAM.

En la socialización se evaluó la pertinencia del Organigrama vigente con que cuenta la Red, y se planteó de manera conjunta que el cargo de “Sistema de Información Geográfica” debe salir de la estructura de la Red. Así mismo, los cargos “Auxiliar administrativo”, “Profesional 1”, “Técnico 1” y “Profesional Técnico 2” deben ser planteados con un nombre más apropiado que indique la naturaleza de sus funciones. Esta modificación se realizará a comienzos del año 2011.

### **3.4 DOCUMENTACIÓN**

#### **3.4.1. Procedimientos**

De acuerdo a los cambios y nuevos requerimientos de la Red de Monitoreo, se mantienen los procedimientos para la toma de muestras y medición directa en campo, que de igual forma incluyen la calibración y mantenimiento de los equipos de medición. Se mostró el avance documental del sistema en cuanto a los procedimientos, desde el año 2007 hasta el año 2010, donde se incluye el procedimiento para la determinación de la concentración de partículas menores a una micra (PM1) en el aire ambiente mediante el método de medición continua mediante el monitor de partículas E-BAM, además el procedimiento para el muestreador de aire secuencial rP Partisol, que no se incluyen en el presente informe hasta ser aprobados dentro de la Red. Los restantes procedimientos se encuentran en proceso de actualización según las recomendaciones descritas por el encargado de Calidad del Área Metropolitana.

#### **3.4.2. Formatos y Registros**

El Sistema de Gestión de la Calidad conociendo la importancia del control de registros, mantiene y suministra a los profesionales de campo los formatos necesarios para registrar la información generada en las estaciones, llevando control en la entrega de estos registros y su respectivo archivo, para verificar la legibilidad de los datos ingresados además de permitir su identificación y trazabilidad. De igual forma, a partir de una revisión general de la documentación del sistema de gestión de la calidad por medio de actividades rutinarias de chequeo y autocontrol, se organizan las carpetas digitales con la

información del SGC en el archivo del computador, permitiendo un mejor acceso en lo referente a formatos y registros, de los cuales estos últimos se pueden consultar por proceso y formato, inclusive en algunos casos por año de diligenciamiento.

La revisión de los registros, se convirtió en una fuente de información para levantar acciones preventivas como se describirá más adelante. Se detectó también que el formato F-GAA-R31 “Hoja de cálculo para la concentración PST”, que es mencionado en el procedimiento P-GAA-R01, no se encontraba bajo los lineamientos del SGC aunque se llevaban registros de ello, además confrontando con la información registrada en el Listado Maestro de documentos, este consecutivo no estaba. Se levanta acción preventiva y se incluye en el listado Maestro de documentos. Asimismo, con la entrega de toda la documentación al Área Metropolitana, se organizó toda la información en el archivador de la oficina en carpetas debidamente rotuladas (los registros fueron archivados por estaciones).

Del mismo modo, al verificar la pertinencia de otros formatos con los profesionales de campo, se generan algunos cambios en la documentación que se controlan y registran en el formato F-GCM-15 “Solicitud de cambios, modificaciones o creación de documentos de origen interno” que cuenta con la aprobación de la Directora Operativa de la Red. En la Tabla 24 se encuentran detallados los formatos que han sido modificados y/o creados a partir de la solicitud documental realizada; estos ya han sido difundidos a todo el personal de la Red de Monitoreo, se encuentran disponibles en su punto de uso y están adjuntos en el Anexo D. De igual forma, se recupera en los archivos históricos el formato F-GAA-R20 “Cronograma de actividades de monitoreo de calidad del aire” siendo incluido en el Listado maestro de documentos, así su uso este obsoleto, con el fin de evitar baches en el consecutivo de la codificación. Conjuntamente, se identifican todos los formatos obsoletos en archivos magnéticos para prevenir su uso no intencionado, continuando con su almacenamiento en una carpeta identificada como “FORMATOS OBSOLETOS”. Anexo E Solicitudes documentales

**Tabla 24. Formatos creados y/o modificados.**

CODIGO DEL FORMATO	NOMBRE	SOLICITUD REALIZADA		VERSION ACTUAL
		CREACION	MODIFICACION	
F-GAA-R09	Control de acceso al desecador del cuarto de pesaje		X	03
F-GAA-R19	Inventario de estaciones		X	03
F-GAA-R31	Hoja de cálculo para la concentración de PST	X		01
F-GAA-R38	Solicitud de préstamo de equipos		X	02
F-GAA-R40	Chequeo de fugas en equipos secuenciales PARTISOL 2025		X	02

**Nota:** Todos los cambios que surgen a partir de esta revisión se actualizan en el “Listado Maestro de documentos de origen Interno” (F-GCM-02) y en el formato “Control de cambios de documentos de origen interno” (F-GCM-03).

### 3.4.3. Actualización de los Certificados de Calibración

Se tiene una carpeta donde están todos los certificados de calibración de los equipos, se hace un listado donde se identifican cada equipo, modelo, ubicación, número serial, fecha de la última calibración y la fecha estipulada para la próxima, además se especifica el nombre del laboratorio, con el fin de tener un control sobre las fechas de las calibraciones de los equipos. Anexo F. Listado de Calibraciones.

### 3.4.4. Registros de datos de la nueva estación.

A partir de la reubicación de los equipos situados en la estación de la Universidad CES (MED-UCES) a la Empresa de Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P en el Poblado, se verificaron y actualizaron algunos registros, específicamente en los siguientes aspectos: F-GAA-R17 “Codificación para la identificación y trazabilidad del dato”: Con la Coordinadora Operativa de la Red se asigna la codificación para la nueva estación, que se identificará con las siglas MED-POBL (según el municipio y la estación).

F-GAA-R18 “Inventario de los equipos de seguimiento y medición”: La totalidad de equipos que estaban ubicados en la Estación MED-UCES pasa a MED-POBL, así es que se actualiza la información referente a la ubicación, registrando como observación el traslado de estación.

F-GAA-R19 “Inventario de estaciones”: Con el personal operativo se actualizan los datos no solo concernientes a la nueva estación, sino en general acerca de los responsables y los contactos por estación.

En el Anexo G se encuentran dichos archivos, además en el Anexo H está el Acta de Entrega de la estación donde se relacionan los equipos trasladados.

Por otra parte, en la reunión de socialización se hace claridad que aún no se cuenta con información dentro del SGC de las estaciones de ruido, ya que se requieren información general para realizar procedimientos y formatos propios para esta variable de medición así como para la asignación de la codificación. Se recibió vía correo electrónico, datos referentes a los equipos y sus características como descripción, modelo, número de serie, marca y cantidad, no obstante se debe verificar con el personal de la Red dicha información así como hacer entrega de los certificados de calibración por parte del Área Metropolitana para ser incluidos dentro del sistema.

### 3.4.5. Acciones correctivas, preventivas y de mejora

En el mes de septiembre se comienza a llevar un reporte de las acciones correctivas cuando estos no cumplen la meta establecida del 80%. Por medio de la trazabilidad de datos y de acuerdo a los registros de las hojas de vida de los equipos, se reconstruye la información generada en 2010 y se documentan las acciones para dar cumplimiento a la normatividad vigente. En total se registraron 36 acciones correctivas derivadas del análisis de indicadores hasta el mes de noviembre, las cuales se encuentran recopiladas digitalmente haciendo referencia en el nombre del archivo al número consecutivo, el contaminante y la estación. Tres de estas acciones han sido levantadas de manera general a partir de sus causas, una por el incumplimiento en la meta debido a la suspensión de muestreo en los meses de Julio, Agosto y Septiembre por la terminación del contrato; y las otras por la suspensión en la medición de equipos tres gases y los equipos de la estación MED-UCES por traslado de los equipos de la estación. Anexo I. Acciones Correctivas por Indicadores.

Igualmente, por medio de las actividades de autocontrol se detectaron algunas no conformidades potenciales en cuanto al control de la documentación y los registros, por ello se diligenció el formato de Acciones Preventivas F-GCM-09, levantando en total 4 de estas acciones. Ahora bien, en la realización de esta actividad, el primer campo no se diligenció, ya que ninguna de las opciones del formato incluye actividades de autocontrol como fuente de información, por ello se sugirió en el informe del mes de noviembre y en la reunión de socialización, que desde el Sistema de Gestión de la Calidad del Área Metropolitana se incluya este campo. Anexo J Acciones Preventivas.

A continuación se muestra en la Tabla 25 una relación del estado de las acciones preventivas y correctivas, no incluyendo las acciones de mejora a fin de recopilar las evidencias necesarias que aseguren la eficacia de las actividades propuestas y/o emprendidas. Estas acciones corresponden mejoras locativas en las estaciones MED-PJIC y MED-UNFM, la primera ya realizada y la segunda aún en ejecución. Asimismo, se plantea registrar una acción de mejora con la adición de medio tiempo para la coordinación de la Calidad de la Red

**Tabla 25. Estado de las acciones**

ESTADO DE ACCIONES									
A PREVENTIVAS				A CORRECTIVAS					
#	FECHA REG	A	C	FECHA CIERRE	#	FECHA REG	A	C	FECHA CIERRE
AUTOCONTROL				INDICADORES					
1	08/11/2010		X	30/11/2010	1	15/02/2010		X	30/04/2010
2	08/11/2010		X	16/11/2010	2	15/02/2010		X	04/10/2010
3	08/11/2010		X	30/11/2010	3	15/02/2010		X	27/07/2010
4	08/11/2010		X	02/12/2010	4	15/02/2010		X	04/08/2010
					5	15/02/2010		X	04/08/2010
					6	15/02/2010		X	04/08/2010
					7	15/02/2010		X	04/08/2010
					8	15/02/2010		X	04/08/2010
					9	15/02/2010		X	04/08/2010
					10	15/02/2010		X	04/08/2010
					11	04/03/2010		X	04/08/2010
					12	04/03/2010		X	04/08/2010
					13	04/03/2010		X	05/10/2010
					14	04/03/2010		X	04/08/2010
					15	15/04/2010		X	04/08/2010
					16	15/04/2010		X	04/05/2010
					17	06/04/2010		X	04/08/2010
					18	04/08/2010		X	04/08/2010
					19	04/08/2010		X	04/08/2010
					20	04/08/2010		X	04/08/2010
					21	06/07/2010		X	04/08/2010
					22	04/08/2010		X	04/08/2010
					23	25/10/2010		X	03/11/2010
					24	11/11/2010	X		
					25	11/11/2010	X		
					26	11/11/2010	X		
					27	11/11/2010	X		
					28	11/11/2010	X		
					29	11/11/2010	X		
					30	11/11/2010	X		
					31	11/11/2010	X		
					32	11/11/2010		X	20/12/2010
					33	11/11/2010		X	11/11/2010
					34	20/12/2010	X		
					35	20/12/2010		X	20/12/2010
					36	20/12/2010	X		

A: Abierta - C: Cerrada

### 3.5 INDICADORES

Los indicadores estaban definidos dentro de las caracterizaciones de cada proceso de “Mantenimiento y calibración” y “Toma de muestras y medición directa en campo”, a estos no se les había realizado ninguna medición; durante este periodo se reconstruyeron todos los indicadores con los datos desde enero de 2010.

En el proceso de mantenimiento se mide los cambios de escobillas por estación y el cambio de motores. En el proceso de toma de muestras y medición directa en campo, se analizará que las muestras si sean confiables y que el número de muestras perdidas por equipo no sean superiores al 20%. Para observar el registro consolidado de estos últimos datos, se diseñó un cuadro donde se recopilan el resultado del indicador por equipo y estación, de manera que cuando se ingresen o cambien los datos, inmediatamente el resultado va a alimentar el cuadro de mando. Aquí se puede detectar mes posterior, las alteraciones con la meta del indicador, además las tendencias de cada equipo respecto a la toma de datos y los problemas que con mayor frecuencia pueden llegar a afectar el suministro confiable de los mismos, para así poder tomar acciones correctivas que eviten la pérdida de datos y mejoren la meta de los ya programados.

Ahora bien, en la socialización del SGC se determinó que éstos se deben reevaluar para lograr un mejor complemento con el aspecto táctico del proceso y su objetivo, construyendo indicadores más apropiados de eficacia, eficiencia. Es de tener en cuenta que los indicadores de Compras y Talento Humano son medidos a nivel facultad dentro de la Universidad Nacional de Colombia.

### 3.6 CONCLUSIONES

- Es necesario incluir en el SGC del AMVA la metodología para la codificación de la documentación de la Red de Monitoreo, así como los responsables de su revisión y aprobación. O bien se debe estructurar y documentar la forma para que exista control de la documentación para dar cumplimiento a la NTC GP1000:2009.
- Se deben consolidar espacios óptimos de comunicación que permitan la sinergia del SGC de la Red de Monitoreo con el SGC del Área Metropolitana.



#### 4. MANTENIMIENTO Y CALIBRACION DE LAS ESTACIONES

Entre el 15 de septiembre y el 30 de diciembre de 2010 se realizaron los 40 recorridos programados en los tres meses y medio, en los cuales se realizaron las labores de operación, mantenimiento y calibración de los diferentes equipos. En el anexo A se muestra en detalle cada una de estas labores realizadas.



## 5. OTRAS ACTIVIDADES

Entre el 18 de noviembre y el 05 de diciembre de 2010 se subió la información de la Red de Calidad del Aire del Valle de Aburrá al Subsistema de Información Sobre Calidad del Aire, SISAIRE. Inicialmente se alimentó la información de PM10 y PST de los años anteriores, ver tablas 15 a 17, y posteriormente se alimentó la página con la información de los últimos tres meses, ver tablas 18 y 19. En la figura 2 se muestra el aviso que muestra esta página web, luego de subir un archivo.

Es importante aclarar que desde el 15 de septiembre se intentó en varias ocasiones subir la información de la Red de Calidad del Aire a SISAIRE, pero no se había logrado porque se tenían inquietudes en la forma de subir la información.

**Tabla 26. Cargue información de la Red de Calidad del Aire a SISAIRE. Noviembre 18**

ESTACION	VARIABLE	CARGADO A	OBSERVACION ARCHIVO CARGADO
Barbosa	PM10	Barbosa (s)	Datos de abr 2008 a 31 oct 2010
Aguinaga	PM10	Aguinaga (s)	Datos de jun 2003 a 31 oct 2010
Caldas	PM10	Caldas (s)	Datos de abr 2008 a 31 oct 2010
Copacabana	PM10	Estación Copacabana	Datos de abr 2008 a 31 oct 2010 (1)
Corantioquia	PM10	Estación Corantioquia	Datos de jun 2003 a 31 oct 2010 (1)
La Estrella	PM10	Estación La Estrella	Datos de abr 2008 a 31 oct 2010 (1)
Politécnico	PM10	Estación Politécnico	Datos de abr 2008 a 31 oct 2010 (1)
PTAR	PM10	Ptar (s)	Datos de jun 2003 a 31 oct 2010
Sabaneta	PM10	Estación Sabaneta	Datos de abr 2008 a 31 oct 2010 (1)
U de M	PM10	Estación U de M	Datos de abr 2008 a 31 oct 2010 (1)
U NAL	PM10	Estación U NAL	Datos de abr 2008 a 31 oct 2010 (1)
U de A	PM10	Estación U de A	Datos de abr 2008 a 31 oct 2010 (1)

1. Estos archivos se cargaron a una estación equivocada que existe en SISAIRE. Fue necesario corregir posteriormente

**Tabla 27. Cargue información de la Red de Calidad del Aire a SISAIRE. Noviembre 22**

ESTACION	VARIABLE	CARGADO A	OBSERVACION ARCHIVO CARGADO
Copacabana	PM10	Copacabana (s)	Datos de abr 2008 a 31 oct 2010
Corantioquia	PM10	Corantioquia (s)	Datos de jun 2003 a 31 oct 2010
La Estrella	PM10	La Estrella (s)	Datos de abr 2008 a 31 oct 2010
Politécnico	PM10	Politécnico (s)	Datos de abr 2008 a 31 oct 2010
Sabaneta	PM10	Sabaneta (s)	Datos de abr 2008 a 31 oct 2010
U de M	PM10	U de M (s)	Datos de abr 2008 a 31 oct 2010
U NAL	PM10	U Nacional (s)	Datos de abr 2008 a 31 oct 2010
U de A	PM10	U de A (s)	Datos de abr 2008 a 31 oct 2010

Tabla 28. Cargue información de la Red de Calidad del Aire a SISAIRE. Diciembre 05

ESTACION	VARIABLE	CARGADO A	OBSERVACION ARCHIVO CARGADO
Barbosa	PST	Barbosa (s)	Datos de abr 2001 a 08 abr 2008
Aguinaga	PST	Aguinaga (s)	Datos de jun 2003 a 31 jul 2009
Caldas	PST	Caldas (s)	Datos de may 2007 a 08 abr 2008
Itagüí	PST	Itagüí (s)	Datos de may 2001 a 31 jul 2009
Corantioquia	PST	Corantioquia (s)	Datos de may 2002 a jun 2003
La Estrella	PST	La Estrella (s)	Datos de ene 2001 a 08 abr 2008
Politécnico	PST	Politécnico (s)	Datos de ene 2001 a 08 abr 2008
PTAR	PST	Ptar (s)	Datos de may 2002 a 31 jul 2009
Sabaneta	PST	Sabaneta (s)	Datos de dic 20002 a 08 abr 2008
U de M	PST	U de M (s)	Datos de nov 2000 a 08 abr 2008
U NAL	PST	U Nacional (s)	Datos de nov 2000 a 08 abr 2008
U de A	PST	U de A (s)	Datos de feb 2001 a 08 abr 2008
Copacabana	PST	Copacabana (s)	Datos de ene 2004 a 08 abr 2008

Tabla 29. Cargue información de la Red de Calidad del Aire a SISAIRE. Diciembre 05

ESTACION	VARIABLE	CARGADO A	OBSERVACION ARCHIVO CARGADO
Barbosa	PM10	Barbosa (s)	Datos de noviembre de 2010
Aguinaga	PM10	Aguinaga (s)	Datos de noviembre de 2010
Caldas	PM10	Caldas (s)	Datos de noviembre de 2010
Copacabana	PM10	Copacabana (s)	Datos de noviembre de 2010
Corantioquia	PM10	Corantioquia (s)	Datos de noviembre de 2010
La Estrella	PM10	La Estrella (s)	Datos de noviembre de 2010
Politécnico	PM10	Politécnico (s)	Datos de noviembre de 2010
PTAR	PM10	Ptar (s)	Datos de noviembre de 2010
Sabaneta	PM10	Sabaneta (s)	Datos de noviembre de 2010
U NAL	PM10	U Nacional (s)	Datos de noviembre de 2010
Itagüí	PST	Itagüí (s)	Datos de oct y nov 2010

Tabla 30. Cargue información de la Red de Calidad del Aire a SISAIRE. Diciembre 06

ESTACION	VARIABLE	CARGADO A	OBSERVACION ARCHIVO CARGADO
Aguinaga	CO	Aguinaga (s)	Datos de sept, oct y nov de 2010

Figura 2. Alimentación de la información de la Red de Calidad del Aire a SISAIRE

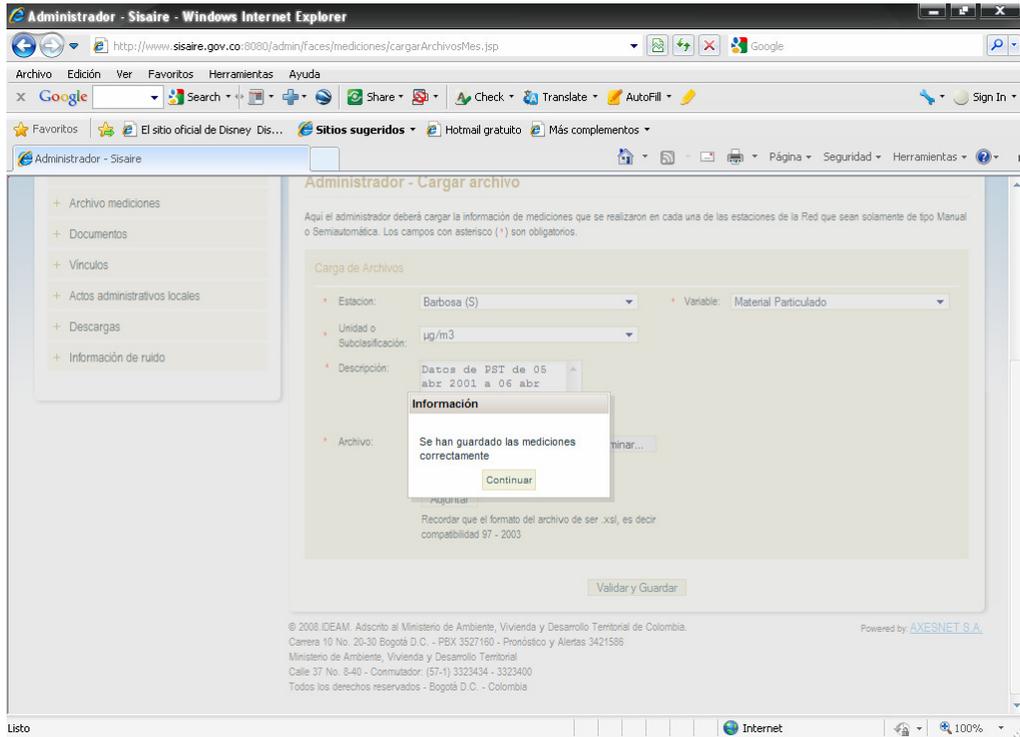
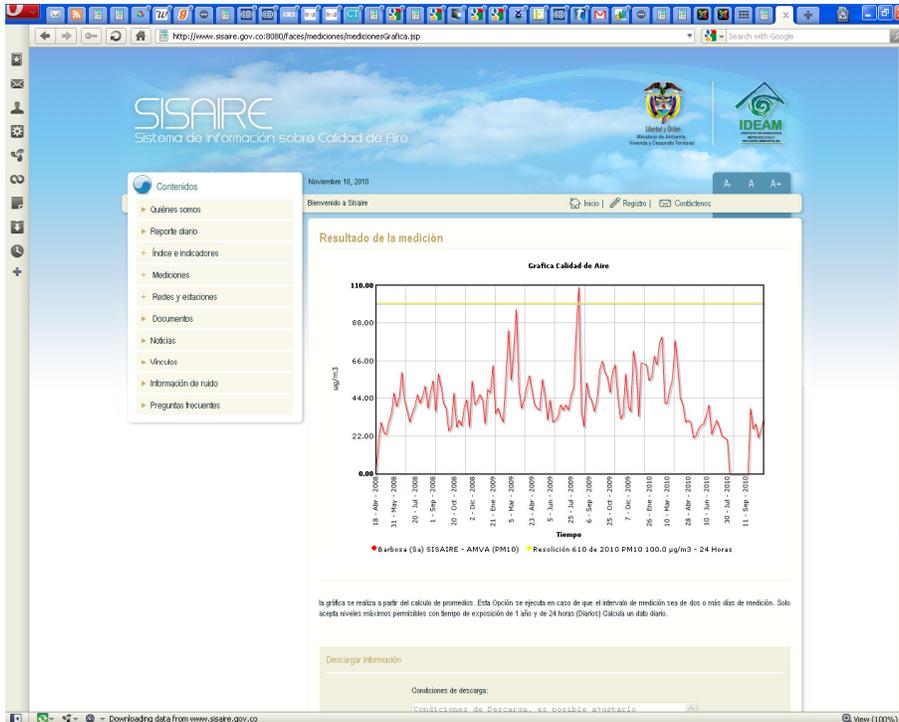


Figura 3. Información de la Red de Calidad del Aire en SISAIRE





## 6. CONCLUSIONES RESULTADOS DE CALIDAD DEL AIRE

En septiembre de 2010 las máximas concentraciones promedio mensual de PM10 se presentaron en las estaciones ubicadas en Éxito de San Antonio (MED-EXSA, centro de Medellín) y la Universidad Nacional, Facultad de Minas (MED-UNFM), con  $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. Las estaciones que registraron las menores concentraciones promedio mensual de PM10 fueron Hospital San Vicente de Paúl de Barbosa (BAR-HSVP) y Edificio Miguel de Aguinaga (MED-AGUI), con promedios en el mes de  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. En todas las estaciones, las concentraciones diarias de PM10 variaron entre  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , las cuales son inferiores a la norma diaria de PM10,  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Se aclara que en este mes se tiene información parcial de los equipos y/o estaciones, ya que la operación de la red de calidad del aire se reinició el 15 de septiembre.

En octubre de 2010 las máximas concentraciones promedio mensual de PM10 se presentaron en las estaciones ubicadas en la Universidad Nacional, Facultad de Minas (MED-UNFM) y en el municipio de Caldas, plaza de mercado (CAL-PMER), con  $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. Se aclara que la estación MED-UNFM apenas registró cuatro muestras diarias en el mes con el PM10 automático, por problemas técnicos en el equipo, pero el PM10 manual de esta estación registró un promedio mensual de  $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en las diez muestras del mes. Las estaciones que registraron las menores concentraciones promedio mensual de PM10 fueron Hospital San Vicente de Paúl de Barbosa (BAR-HSVP) y Hospital Santa Margarita del municipio de Copacabana (COP-HSMA), con promedios en el mes de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. En todas las estaciones, las concentraciones diarias de PM10 variaron entre  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $133 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , las cuales son inferiores a la norma diaria de PM10,  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En los diez meses de mediciones del 2010, en las estaciones del municipio de Caldas (CAL-PMER), parque de San Antonio (MED-EXSA, en el centro de Medellín), y en la Universidad Nacional, Facultad de Minas, (MED-UNFM) se presentan concentraciones promedio superior a la norma anual de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  definida en la Resolución 610 del 24 de marzo de 2010 del MAVDT. Se aclara que se debe tener las mediciones del año completo para comparar con la norma anual.

En septiembre de 2010, la máxima concentración promedio mensual de PM2.5 se presentó en la estación Miguel de Aguinaga de Medellín y parque Ditaires del municipio de Itagüí con  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. Se aclara que en Miguel de Aguinaga se tienen pocos registros por la suspensión de la red de calidad del aire. La estación que registró la menor concentración promedio mensual fue Poblado Universidad CES de Medellín, con  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En este mes, las concentraciones diarias de PM2.5 variaron entre  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En este mes se presentó una excedencia de la norma de referencia diaria de EPA – EE UU ( $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en cada una de las estaciones Miguel de Aguinaga, Poblado Universidad CES y parque Ditaires del municipio de Itagüí, que equivalen respectivamente al 10%, 5% y 4% de los datos del mes.

En octubre de 2010, la máxima concentración promedio mensual de PM<sub>2.5</sub> se presentó en la estación Miguel de Aguinaga de Medellín y parque Ditaires del municipio de Itagüí con 31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. La estación que registró la menor concentración promedio mensual fue Politécnico JIC (MED-PJIC) de Medellín, con 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . En este mes, las concentraciones diarias de PM<sub>2.5</sub> variaron entre 9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 61  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . En este mes se presentaron 7, 4, 3 y 5 excedencia de la norma de referencia diaria de EPA – EE UU (35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en las estaciones Miguel de Aguinaga, Politécnico JIC, Poblado Universidad CES y parque Ditaires, que equivalen respectivamente al 47%, 15%, 10% y 16% de los datos del mes.

En el acumulado de los diez meses del 2010 se tienen promedios de PM<sub>2.5</sub> entre 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en las cuatro estaciones, las cuales son superiores a la norma de referencia anual de 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de la EPA - EE UU. Se aclara de nuevo que se debe tener las mediciones del año completo para comparar con la norma anual.

Los registro de velocidad del viento en septiembre y octubre de 2010, indican que en la estación Girardota se presentan “Calmas” (velocidades del viento menores 0.4 m/s) cerca de un 20% de los datos horarios. En las estaciones Poblado CES y Ditaires no se presentan “Calmas”. Es decir, las velocidades son mayores a 0.4 m/s. Es importante tener en cuenta que las bajas velocidades del viento no favorecen la dispersión de los contaminantes en el aire.

El comportamiento de las concentraciones diarias de partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en noviembre de 2010 muestran una tendencia al aumento en todas las estaciones que se tienen en la Red de Calidad del Aire. Ver gráficas 1, 2 y 4. En este comportamiento diario es notoria la disminución de las concentraciones de partículas en los fines de semana, domingos y festivos, donde se registra una mejoría de la calidad del aire.

Comparando las concentraciones de partículas promedio mensual en noviembre de 2010 con noviembre de 2009, tabla 20, se observa que en noviembre de 2010 se tienen disminuciones de las concentraciones de PM<sub>10</sub> en todas las estaciones, excepto en la Universidad Nacional, donde se registra un aumento del 25%. Es importante aclarar que en esta estación el PM<sub>10</sub> automático ha presentado muchos problemas técnicos, razón por la cual los datos obtenidos no han sido representativos. En esta estación el equipo PM<sub>10</sub> manual registró una disminución del 14%.

En los municipios del norte del valle de Aburrá (Barbosa, Girardota, Copacabana y Bello) las disminuciones de las concentraciones de PM<sub>10</sub> están entre 17% y 39%. En los municipios del sur del valle de Aburrá (Itagüí, Sabaneta, La Estrella y Caldas) las disminuciones de las concentraciones de PM<sub>10</sub> están entre 14% y 48%.

En el municipio de Medellín, las disminuciones de las concentraciones de PM<sub>10</sub> están entre 9% y 57%, con la excepción de la estación Universidad Nacional ya explicada. Llama la atención el alto porcentaje de disminución registrado en la estación Miguel de Aguinaga (MED-AGUI, PM<sub>10</sub> manual), mientras que en la estación Éxito de San Antonio (MED-EXSA) permanece constante entre noviembre de 2009 y noviembre de 2010.

**Tabla 31. Comparación de partículas PM10 noviembre 2009 y noviembre 2010,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en condiciones de referencia.**

Municipio Estación	BARBOSA BAR-HSVP	GIRARDOTA GIR-JECO (A)	COPACABANA COP-HSMA	BELLO BEL-SEPM (A)	MEDELLIN MED-AGUI	MEDELLIN MED-EXSA (A)	MEDELLIN MED-UNFM (A)	MEDELLIN MED-CORA	MEDELLIN MED-PJIC (A)	ITAGUI ITA-PTAR	ITAGUI ITA-CRSV (A)	ITAGUI ITA-DITA (A)	SABANETA SAB-CAM	LA ESTRELLA EST-CAM	CALDAS CAL-PMER (A)
Código	BA01	GI03	CO01	BE03	ME02	ME11	ME03	ME05	ME09	IT02	IT01	IT04	SA01	ES02	CA02
Prom2009	36	48	44	70	62	64	65	54	53	58	67	54	52	49	68
Prom2010	30	36	27	50	27	64	81	45	48	30	53	45	32	30	58
Dismin (%)	17	25	39	28	57	0	-25	16	9	48	20	16	37	39	14

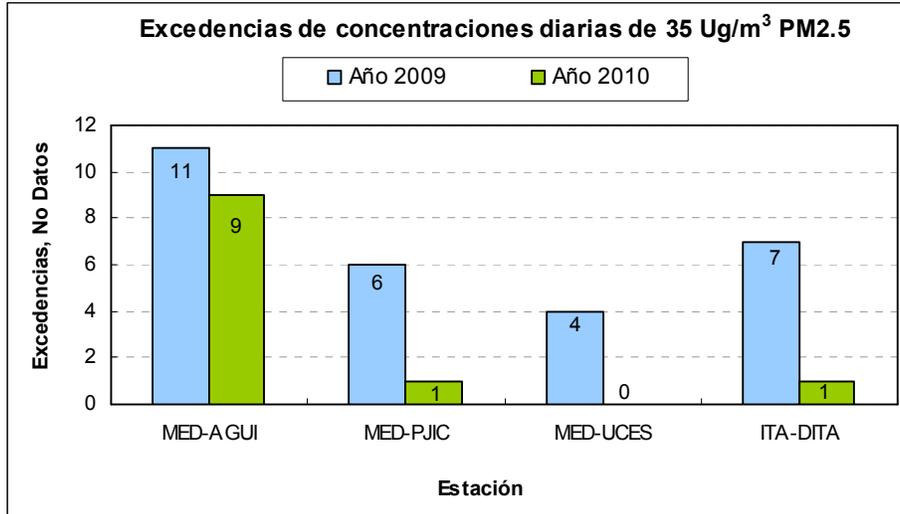
Nota: En las estaciones MED-UNFM, MED-PJIC y CAL-PMER los equipos manuales registraron disminuciones del 14%, -2% y 28%, respectivamente.

Con respecto a las partículas PM2.5, en noviembre de 2010 también se presentaron disminuciones de las concentraciones en las cuatro estaciones donde se monitorea este contaminante, con respecto a noviembre de 2009. Ver tabla 21. En la estación Miguel de Aguinaga se presentó una disminución del 6%, mientras que en la estación Politécnico la disminución fue del 9%. La estación Ditaires presentó una disminución del 23% y en la estación Poblado CES la disminución fue del 22%. Es importante tener en cuenta que en la estación Poblado CES en noviembre de 2010, el promedio presentado en la tabla 21 corresponde a 11 días de mediciones, lo cual no es lo suficientemente representativo del mes. Estas disminuciones se verifican con las excedencias presentadas en los dos meses, gráfica 14.

**Tabla 32. Comparación de partículas PM2.5 noviembre 2009 y noviembre 2010,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en condiciones de referencia**

Municipio	MEDELLIN	MEDELLIN	MEDELLIN	ITAGUI
Estación	MED-AGUI	MED-PJIC	MED-UCES	ITA-DITA
Código	ME02	ME09	ME12	IT04
Promedio noviembre 2009	34	25	28	29
Promedio noviembre 2010	33	23	22	22
Disminución (%)	6	9	22	23

Gráfica 17. Comparativo excedencias de PM2.5 noviembre 2009 y noviembre 2010



En estas disminuciones de concentraciones de partículas en el aire hay una serie de factores que inciden en estos resultados, son ellos: La reducción del contenido de azufre a 50 ppm en el Diesel, por parte de Ecopetrol, las condiciones meteorológicas, en especial la lluvia, la cantidad de vehículos que circulan por la ciudad y las condiciones de movilidad de la ciudad, que han cambiado considerablemente de noviembre de 2009 a noviembre de 2010. Establecer específicamente cual de estos factores tiene más incidencia en la calidad del aire, son motivos de estudios más detallados y específicos.

Con respecto a la información meteorológica, y específicamente la velocidad del viento, en noviembre de 2010, indican que en la estación Girardota se presentan “Calmas” (velocidades del viento menores 0.4 m/s) cerca de un 16% de los datos horarios. En las estaciones Poblado CES y Ditaires no se presentan “Calmas”. Es decir, las velocidades son mayores a 0.4 m/s. Es importante tener en cuenta que las bajas velocidades del viento no favorecen la dispersión de los contaminantes en el aire.

## BIBLIOGRAFÍA

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución Número (601) 04 de abril de 2006. Norma de calidad del aire o nivel de inmisión. (abril 2006).

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución Número (610) del 24 de marzo de 2010. Norma de calidad del aire o nivel de inmisión. (marzo 2010).

Toro, Victoria y Marín Andrea. Índice de Calidad del Aire para el Valle de Aburrá. Vol 1. Enero de 2007. En: Producción más limpia. Medellín.

EPA, United States Environmental Protection Agency. 1990. Code of Federal Regulations, CFR. Book 40. Protection of Environment. Parts 50. Appendix A. Washington. [www.epa.gov](http://www.epa.gov).

IDEAM. "Protocolo para la Vigilancia y Seguimiento de Modulo Aire del Sistema de Información Ambiental". Bogotá, septiembre del 2005.

Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales, PROTOCOLO PARA LA VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO DEL MODULO AIRE DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL. 2005

Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales, ANALISIS E INTERPRETACION DE DATOS DE LA CALIDAD DEL AIRE. 2005

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. "Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire – Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire". Bogotá. Marzo de 2010.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. "Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire – Manual de Diseño de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire". Bogotá. Marzo de 2010.

HEDIN, Lars O. y LIKENS, Gene E. "Polvo atmosférico y lluvia ácida". Investigación y Ciencia. Febrero, 1997. Barcelona. Prensa Científica.

NADINE, B. et al., 1999. Ozone Measurement with Passive Samplers: Validation and Use for Ozone Pollution Assessment in Montpellier, France. Environmental Science & Technology. Vol 33, No 2. pp 217 – 222.

Organización Mundial de la Salud. Cluster of Sustainable Development and Healthy Environment. GUÍAS PARA LA CALIDAD DEL AIRE.



## Anexo A

### MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS SEPTIEMBRE - DICIEMBRE DE 2010

En este anexo se presenta una descripción del mantenimiento, calibración y verificación de los equipos de monitoreo de la calidad del aire en los meses de septiembre a diciembre de 2010.

El mantenimiento preventivo de los equipos se refiere a la limpieza general (remoción de polvo), revisión de los cables y las conexiones eléctricas, limpieza de los separadores de partículas (en el caso de los PM10 manuales y automáticos, PM2.5 y PM1).

- **ESTACIÓN BARBOSA (BAR-HSVP)**

Foto 2. Estación Barbosa (BAR-HSVP)



Equipos	Observaciones
Hi - Vol PM10 manual	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Cambio de escobillas en Septiembre-Diciembre de 2010: 1. Cambio de motor en Septiembre-Diciembre de 2010: 0. Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 1.

- ESTACIÓN GIRARDOTA COLEGIO COLOMBIA (GIR-IECO)

Foto 3. Estación Girardota COLOMBIA (GIR-IECO)



Equipos	Observaciones
PM10 automático	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 3. Cambio de cinta en Septiembre-Diciembre de 2010: 2.
Estación meteorológica	Funciona normal. Periódicamente se hace mantenimiento, limpieza del pluviómetro. Al parecer puede haber ruido externo a través de la estructura física del edificio que genera señales que afectan los resultados de las mediciones de lluvia.
PST Manual	Se puso a operar el 14 de Octubre 2010. Se realizo limpieza general al equipo y se ajusto para ponerlo a operar. Cambio de escobillas en Septiembre-Diciembre de 2010: 0. Cambio de motor en Septiembre-Diciembre de 2010: 0. Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 1.

- ESTACIÓN COPACABANA (COP-HSMA)

Foto 4. Estación Copacabana (COP-HSMA)



Equipos	Observaciones
Hi – Vol PM10 manual	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Cambio de escobillas en Septiembre-Diciembre de 2010: 1. Cambio de motor en Septiembre-Diciembre de 2010: 0. Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 1.

- ESTACIÓN BELLO SUBESTACIÓN ELECTRICA (BEL-SEPM)

Foto 5. Estación Bello Subestación Eléctrica (BEL-SEPM)



Equipos	Observaciones
PM10 automático	El equipo viene operando desde el 29 de Septiembre 2010, Actualmente opera con un modem de repuesto, de la estación Politécnico. Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 3. Cambio de cinta en Septiembre-Diciembre de 2010: 2.

• ESTACIÓN MEDELLIN AGUINAGA (MED-AGUI)

Foto 6. Estación Edificio Miguel de Aguinaga (MED-AGUI)



Equipos	Observaciones
PM10 manual	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Cambio de escobillas en Septiembre-Diciembre de 2010: 1. Cambio de motor en Septiembre-Diciembre de 2010: 1. Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 2.
PM2.5 automático	Funciona normal. Hasta mediados de octubre el equipo presentaba con constantes caídas de flujo. Para resolver este problema, el 22 de octubre se le realizo cambio del kit bomba. Con este cambio se resolvió el problema y está funcionando muy bien. Cambio de cinta en Septiembre-Diciembre de 2010: 2 Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 3
Monóxido de carbono	El equipo opera sin problemas. Cambio de filtros en Septiembre-Diciembre de 2010:16. Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 2

• ESTACIÓN MEDELLIN SAN ANTONIO (MED-EXSA)

Foto 7. Estación San Antonio (MED-EXSA)



Equipos	Observaciones
PM10 automático	Actualmente viene operando bien en condiciones flujo local y concentración estándar, por recomendación de SANAMBIENTE. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo y limpieza general al equipo. Cambio de cinta en Septiembre-Diciembre de 2010: 2. Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 3.

6.1 ESTACIÓN MEDELLIN UNAL (MED-UNFM)

Foto 8. Estación Medellín UNAL (MED-UNFM)



Equipos	Observaciones
Muestreador tres gases	Opero normalmente el periodo comprendido del 20 de Septiembre al 26 de Octubre con 7 muestreos, se para su funcionamiento por órdenes superiores. Verificaciones Septiembre Diciembre de 2010: 1.
Hi – Vol PM10 manual	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Cambio de escobillas Septiembre Diciembre de 2010: 0. Cambio de motor Septiembre Diciembre de 2010: 1. Calibraciones Septiembre Diciembre de 2010: 2.
Recolector de lluvia ácida y SST en seco	Equipo fuera de operación.
PM10 automático	Funciona con problemas. El equipo venia presentando problemas de flujo y de ruptura de cinta, en este periodo se corrige las caídas de flujo con el cambio de bomba de vacío y continua diariamente con la ruptura de la cinta ocasionando perdida de datos por largos intervalos, se le han realizado todas las pruebas de chequeo y ajuste de sensores sin éxito alguno. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo y limpieza general al equipo. Cambio de cinta Septiembre Diciembre de 2010: 1. Calibraciones Septiembre Diciembre de 2010: 3.

- ESTACIÓN MEDELLIN CORANTIOQUIA (MED-CORA)

Foto 9. Estación Corantioquia



<b>Equipos</b>	<b>Observaciones</b>
Hi – Vol PM10 manual	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Cambio de escobillas en Septiembre-Diciembre de 2010: 1. Cambio de motor en Septiembre-Diciembre de 2010: 0. Verificaciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 1.

• ESTACIÓN MEDELLIN POLITÉCNICO (MED-PJIC)

Foto 10. Estación Politécnico (MED-PJIC).



Equipos	Observaciones
Hi – Vol PM10 manual	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo y limpieza general al equipo. Actualmente se están realizando trabajos de construcción cerca a la estación, razón por la cual suspenden el suministro de corriente eléctrica y por esto se han perdido algunos datos. Las concentraciones de material particulado se han aumentado debido a estas obras que se vienen realizando cerca de los equipos. Cambio de escobillas en Septiembre-Diciembre de 2010: 0. Cambio de motor en Septiembre-Diciembre de 2010: 0. Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 0.
Muestreador tres gases	Opero normalmente el periodo comprendido del 20 de Septiembre al 26 de Octubre con 7 muestreos, se para su funcionamiento por órdenes superiores. Verificaciones Septiembre Diciembre de 2010: 1.
PM10 automático	El equipo se encuentra operando correctamente. No llegan los datos de concentración de este equipo al sistema central del AMVA porque no hay logger en la estación para transmitir los datos: El modem se encuentra en el PM10 automático de Bello. Cambio de cinta en Septiembre-Diciembre de 2010: 2 Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 3.
PM2.5 semiautomático	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo y limpieza general al equipo. Chequeo de fugas internas y externas Septiembre-Diciembre de 2010: 4. Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 3.
PM1 automático	Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo y

Equipos	Observaciones
	<p>limpieza general al equipo. No llegan los datos de concentración generados por este equipo debido a que no hay logger en la estación para transmitir los datos. A finales de noviembre empezó a reportar alarmas de software. Se le comunico este problema al proveedor (Sanambiente), quien dijo que consultará con la casa matriz en EE UU. Por este problema, no fue posible bajar o recuperar los datos con el computador portátil, ya que no permite comunicación con el equipo. En el mes de diciembre se reemplaza la bomba de succión que se encontraba en garantía y se deja trabajando el equipo correctamente.</p> <p>Cambio de cinta en Septiembre-Diciembre de 2010: 2 Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 3.</p>
Estación meteorológica	<p>Se encuentra fuera de operación. En el mes de agosto dejaron de funcionar algunos sensores al parecer por una descarga eléctrica. Estos problemas se le han comunicado al personal de Sanambiente. Estamos a la espera de la reposición de los sensores.</p>

• ESTACIÓN MEDELLIN POBLADO-CES (MED-UCES)

Foto 11. Estación Poblado – CES (MED-UCES)



Equipos	Observaciones
PM2.5 automático	<p>Se encuentra fuera de operación desde el 12 de noviembre porque van a construir en el sitio o terreno donde estaba ubicada la estación, en la universidad CES. Se trasladó a la empresa ISA S. A. Se está legalizando el comodato de espacio para iniciar la operación en este nuevo sitio.</p>

Equipos	Observaciones
	Cambio de cinta en Septiembre-Diciembre de 2010: 1. Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 1.
Monóxido de carbono	Se encuentra fuera de operación desde el 12 de noviembre porque van a construir en el sitio o terreno donde estaba ubicada la estación, en la universidad CES. Se trasladó a la empresa ISA S. A. Se está legalizando el comodato de espacio para iniciar la operación en este nuevo sitio. Cambio de filtros Septiembre-Diciembre de 2010: 10. Calibraciones Septiembre-Diciembre de 2010: 0.
Ozono	Se encuentra fuera de operación desde el 12 de noviembre porque van a construir en el sitio o terreno donde estaba ubicada la estación, en la universidad CES. Se trasladó a la empresa ISA S. A. Se está legalizando el comodato de espacio para iniciar la operación en este nuevo sitio. Se presentaron problemas de flujo y se cambia orificios críticos y sinterizados y se soluciona los problemas. Cambio de filtros Septiembre-Diciembre de 2010: .10 Calibraciones Septiembre-Diciembre de 2010: 0.
PM10 automático Thermo.	Se encuentra fuera de operación desde el 12 de noviembre porque van a construir en el sitio o terreno donde estaba ubicada la estación, en la universidad CES. Se trasladó a la empresa ISA S. A. Se está legalizando el comodato de espacio para iniciar la operación en este nuevo sitio.
Estación meteorológica	Se encuentra fuera de operación desde el 12 de noviembre porque van a construir en el sitio o terreno donde estaba ubicada la estación, en la universidad CES. Se trasladó a la empresa ISA S. A. Se está legalizando el comodato de espacio para iniciar la operación en este nuevo sitio.

- ESTACIÓN ITAGUI PTAR (ITA-PTAR)

Foto 12. Estación PTAR (ITA-PTAR).



Equipos	Observaciones
PM10 manual	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Cambio de motor en Septiembre-Diciembre de 2010: 1. Cambio de escobillas en Septiembre-Diciembre de 2010: 2. Verificaciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 2.
Ozono	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Cambio de filtro Septiembre-Diciembre de 2010: 16. Calibraciones Septiembre-Diciembre de 2010: 2.

- ESTACIÓN ITAGÜÍ COLEGIO EL ROSARIO (ITA-CRSV)

Foto 13. Estación Itagüí (ITA-CRSV).



Equipos	Observaciones
PM10 automático	Funciona normal. Se encuentra operando en condiciones actuales de flujo. A comienzos del mes de noviembre se tuvo algunos problemas de comunicación de los datos por problemas de la línea telefónica. Este problema se resolvió a los tres días. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Cambio de cinta en Septiembre-Diciembre de 2010: 2. Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 3
Muestreador tres gases	Opero normalmente el periodo comprendido del 20 de Septiembre al 26 de Octubre con 7 muestreos, se para su funcionamiento por órdenes superiores. Verificaciones Septiembre Diciembre de 2010: 1.
PST Manual	Se puso a operar el 14 de Octubre 2010. Se realizo limpieza general al equipo y se ajusto para ponerlo a operar. Cambio de escobillas en Septiembre-Diciembre de 2010: 0. Cambio de motor en Septiembre-Diciembre de 2010: 0. Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 1.

• ESTACIÓN ITAGUI DITAIRES (ITA-DITA)

La pantalla de esta estación tiene problemas (posiblemente se quemó). Por esta razón no se pueden ver los datos en las visitas a la estación. Ya se envió esta pantalla al proveedor (Sanambiente) para su revisión y/o reposición.

Foto 14. Estación Ditaires (ITA-DITA)



Equipos	Observaciones
PM10 automático	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Cambio de cinta en Septiembre-Diciembre de 2010: 2. Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 3.
PM2.5 automático	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Cambio de cinta en Septiembre-Diciembre de 2010: 2. Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 3.
Analizador de O <sub>3</sub>	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Presento problemas de flujo en el mes de septiembre y se reemplazo la bomba. No se ha podido calibrar debido a que no hay pantalla en la estación. Cambio de filtro en Septiembre-Diciembre de 2010: 14. Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 0.
Analizador de CO	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. No se ha podido calibrar debido a que no hay pantalla en la estación. Cambio de filtro en Septiembre-Diciembre de 2010: 14. Calibraciones en Septiembre-Diciembre de 2010: 0.
Estación meteorológica	Funciona normal.

• ESTACIÓN LA ESTRELLA ALCALDIA

Foto 15. Fotos estación La Estrella (EST-CAM)



Equipos	Observaciones
Hi - Vol PM10 Manual	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Cambio de escobillas en septiembre-diciembre de 2010: 0. Cambio de motor en septiembre-diciembre de 2010: 1. Calibraciones en septiembre-diciembre de 2010: 1.

• ESTACIÓN SABANETA

Foto 16. Fotos estación Sabaneta (SAB-CAM)



Equipos	Observaciones
Hi – Vol PM10 manual	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Cambio de escobillas en septiembre-diciembre de 2010: 1. Cambio de motor en septiembre-diciembre de 2010: 0. Calibraciones en septiembre-diciembre de 2010: 1.
PM10 automático Thermo.	Se encuentra fuera de funcionamiento debido a que la bomba no funciona. Se desinstala de esta estación y se lleva a las oficinas de la Universidad Nacional.
Estación meteorológica	Funciona normal. Se descargan los datos quincenalmente.

- ESTACIÓN CALDAS COPERPLAZA

Foto 17. Estación Caldas (CAL-PMER)



Equipos	Observaciones
PM10 automático	Actualmente el equipo opera normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Cambio de cinta en septiembre-diciembre de 2010: 2. Calibraciones en septiembre-diciembre de 2010: 3.
Hi – Vol PM10 manual	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. En el mes de septiembre se presentó problemas de comunicación y se resolvió satisfactoriamente Cambio de escobillas en septiembre-diciembre de 2010: 1. Cambio de motor en septiembre-diciembre de 2010: 0 Calibraciones en septiembre-diciembre de 2010: 1.

• ESTACIÓN MÓVIL AMVA

Los analizadores de esta estación están operando bien pero tiene problemas de comunicación de los datos al sistema central del AMVA, desde el 01 de mayo de 2010, por problemas en el datalogger. Los datos de calidad del aire se recuperan directamente de la estación, de cada uno de los analizadores, excepto la información meteorológica.

Este datalogger se envió a la sede de Sanambiente (Cali) para su revisión. Estamos a la espera de una respuesta.

Foto 18. Estación Móvil AMVA en el Municipio de Sabaneta (Unidad Deportiva INDESA).



Equipos	Observaciones
Monitor de partículas PM10	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Cambio de cinta en septiembre-diciembre de 2010: 2. Calibraciones en septiembre-diciembre de 2010: 3.
Analizador de O <sub>3</sub>	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Se instala el datalogger en el mes de diciembre y se establece comunicación con el central Cambio de filtro en septiembre-diciembre de 2010: 14 Calibraciones en septiembre-diciembre de 2010: 0
Analizador de CO	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Presento alarmas de flujo, razón por la cual

Equipos	Observaciones
	se tuvo que cambiar el KIT bomba. Se instala el datalogger en el mes de diciembre y se establece comunicación con el central Cambio de filtro en septiembre-diciembre de 2010: 14 Calibraciones en septiembre-diciembre de 2010: 0
Analizador de NO-NO <sub>2</sub> -NO <sub>x</sub>	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Presento por algún tiempo algunas alarmas de flujo y de ozono pero se resolvieron cambiando algunos orificios críticos y sinterizados. Se instala el datalogger en el mes de diciembre y se establece comunicación con el central Cambio de filtro septiembre-diciembre de 2010: 14 Calibraciones septiembre-diciembre de 2010: 0
Analizador de SO <sub>2</sub>	Funciona normal. Semanalmente se realiza mantenimiento preventivo al equipo. Se instala el datalogger en el mes de diciembre y se establece comunicación con el central Cambio de filtro septiembre-diciembre de 2010: 14 Calibraciones septiembre-diciembre de 2010: 0
Analizador de THC	Funcionando normal. Empezó a funcionar, pero no se tienen datos por el daño del datalogger.
Sensor de Precipitación	En el traslado de la estación el día 10 de diciembre no se encontró la carcasa. El sensor se encuentra fuera de funcionamiento.
Sensor de Temperatura BAM	Funcionando normal
Sensor de Temperatura Estación Meteorológica	Funcionando normal
Sensor de Presión Barométrica	Funcionando normal
Sensor de Humedad Relativa	Funcionando normal
Sensor de Radiación Solar	Funcionando normal
Sensor de Velocidad del Viento	Funcionando normal
Sensor de Dirección del Viento	Funcionando normal

## Anexo B

### INDICE DE CALIDAD DEL AIRE (ICA) PARA EL VALLE DE ABURRÁ

El índice de calidad atmosférica (AQI) aplicado para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, sirve para presentar el estado en que se encuentra una atmósfera previamente monitoreada. El AQI se caracteriza por su relación directa con los niveles de concentración del contaminante y los efectos en la salud.

Este indicador fue desarrollado por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos U.S. EPA. en su última revisión (2002) incluye seis contaminantes Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Partículas menores de 10 micras (PM-10), partículas menores de 2.5 (PM-2.5) micras y Ozono. El Área Metropolitana del Valle de Aburrá además de incluir éstos contaminantes adicionó las partículas suspendidas totales (PST).

El AQI convierte la concentración media de uno o varios contaminantes a una escala que va de cero (0) a quinientos (500). Los intervalos que describen los niveles de calidad del aire, en términos de adaptación del AQI, son los presentados en la tabla 1.

Tabla 1. Índice de Calidad del Aire (AQI) aplicado en el AMVA

PST (µg/m <sup>3</sup> ) 24 Horas	PM-10 (µg/m <sup>3</sup> ) 24 Horas	PM-2.5 (µg/m <sup>3</sup> ) 24 Horas	CO (ppm) 8 Horas	SO <sub>2</sub> (ppb) 24 Horas	O <sub>3</sub> * (ppb) 8 horas	O <sub>3</sub> (ppb) 1 Hora	NO <sub>2</sub> (ppb) 1Hora	RANGO AQI	CALIDAD
0-75.4	0-54	0-15.4	0-4.4	0-34	0-64	--	0-650	0-50	Buena
75.5-260.4	55-154	15.5-65.4	4.5-9.4	35-144	65-84	--	--	51-100	Moderada
260.5-315.4	155-254	65.5-100.4	9.5-12.4	145-224	85-104	125-164	--	101-150	Inadecuada para grupos sensibles
315.5-375.4	255-354	100.5-150.4	12.5-15.4	225-304	105-124	165-204	--	151-200	Poco saludable
375.5-625.4	355-424	150.5-250.4	15.5-30.4	305-604	125-374	205-404	650-1240	201-300	Muy poco saludable
--	--	--	--	--	--	(155-404)	--	--	
625.5-875.4	425-504	250.5-350.4	30.5-40.4	605-804	--	405-504	1250-1640	301-400	Peligrosa
875.5-1001	505-604	350.5-500.4	40.5-50.4	805-1004	--	505-604	1650-2040	401-500	Peligrosa

Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad Pontificia Bolivariana - Contrato 158 del 2005  
Revista Producción más Limpia. Numero 1. Volumen 1. Enero – Junio. 2006.

Para cada contaminante se calcula un índice parcial de calidad. y el índice total es el valor máximo de todos los índices parciales. Para calcular el valor del índice parcial correspondiente a una concentración medida. se hace uso de la siguiente ecuación:

$$I_p = \frac{I_{hi} - I_{lo}}{BP_{hi} - BP_{lo}} * (C_p - BP_{lo}) + I_{lo}. \text{ Ec. (1).}$$

Donde:

$I_p$	Índice parcial para el contaminante p
$C_p$	Concentración medida para el contaminante p
$BP_{hi}$	Punto de corte mayor o igual a $C_p$
$BP_{lo}$	Punto de corte menor o igual a $C_p$
$I_{hi}$	Valor del PSI correspondiente a BPHi
$I_{lo}$	Valor del PSI correspondiente a BPLo

Las categorías atmosféricas relacionadas con el valor del índice se presentan en la tabla 2. las cuales identifican la calidad del aire debida a uno o varios contaminantes en la atmósfera y los efectos que presenta en la población.

La medición de PM-10. CO. O<sub>3</sub>. SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> se hace en forma continua. con equipos automáticos. aunque las mediciones de PST. PM-10 y SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> también se pueden realizar con equipos manuales.

Con el objetivo de informar y proteger a los ciudadanos urbanos el AQI es una ventaja como herramienta política y administrativa para el diseño de estrategias de disminución de la contaminación y para la toma de medidas de intervención.

Tabla 2. Categoría de Calidad para el AQI y sus Efectos en la Salud

Categoría	Índice	Efecto general
Buena.	0-50	Ninguna
Moderada	51-100	Las personas extraordinariamente sensitivas deben considerar limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.
No saludable para grupos sensibles	101-150	Los niños y adultos activos. y las personas con enfermedades respiratorias. tales como el asma. deben limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.
No saludable	151-200	Los niños y adultos activos. y las personas con enfermedades respiratorias. tales como el asma. deben evitar el esfuerzo prolongado al aire libre; todos los demás. especialmente los niños. deben limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
Muy saludable poco	201-300	Los niños y adultos activos. y las personas con enfermedades respiratorias tales como el asma. deben evitar cualquier esfuerzo al aire libre; todos los demás. especialmente los niños. deben limitar los esfuerzos al aire libre.
Peligrosa	AQI sobre 300	Los valores "peligrosos" es muy probable que la población entera sea afectada.

Fuente: Toro Victoria y Marín Andrea. Índice de calidad del aire para el valle de Aburrá. Vol1. Enero 2007. En: Producción más Limpia.. Medellín.



---

**ANEXO C**  
**COMUNICACIONES SGC**

## ANEXO D

### FORMATOS CREADOS Y MODIFICADOS

Se presenta archivo en medio magnético.

## ANEXO E

### SOLICITUDES DOCUMENTALES

Se presenta carpeta en medio magnético.

## ANEXO F

### LISTADO DE CALIBRACIONES

Se presenta carpeta en medio magnético.

## ANEXO G

### REGISTROS GENERALES

Se presenta carpeta en medio magnético.

## ANEXO H

### ACTA DE ENTREGA ESTACION POBLADO CES A ISA S. A.

Se presenta carpeta en medio magnético.

## ANEXO I

### ACCIONES CORRECTIVAS POR INDICADORES

Se presenta carpeta en medio magnético.

## ANEXO J

### ACCIONES PREVENTIVAS

Se presenta carpeta en medio magnético.